

Zeitschrift

des

österreichischen Ingenieur-Vereines.



VII. Jahrgang.

Von dieser Zeitschrift erscheinen jährlich 24 Nummern in 30 bis 36 Bogen und 24–30 Blättern Zeichnungen. — **Bestellungen** nehmen alle Buchhandlungen des In- und Auslandes an. Der halbe Jahrgang kostet 3 fl. 6. M., der ganze Jahrgang 6 fl., mit Postverendung 6 fl. 36 fr. 6. M.

Ankündigungen, welche dem Zwecke der Zeitschrift entsprechen, werden aufgenommen und veröffentlicht. — **Einrückungsgebühr** für die gedruckte Zeitschrift für einmal 4 fr., für zweimal 6 fr., für dreimal 8 fr. 6. M.

Adresse:

Euchlauben Nr. 562.

Nr. 3. u. 4.

Wien, im Februar.

1855.

Inhalt: **Notiz** über eine Blechpumpe; vom Ing. H. G. Sonne. — Die verbesserte hydraulische Winde; von Kraft und Sohn (patentirt). — Die großen Eisenbahnbrücken Englands und insbesondere Brunel's Brücke über den Wesel; von Prof. Mühlmann. — Tabellarische Darstellung der über die Bewegung des Wassers in Kanälen abgeführten Versuche von L. F. Berg und Hüttenwerken; von B. Kittinger. — Ueber die Beziehungen zwischen den Procentengehalten der Zuckerkümmen und den Aräometergraden nach Baumé; von A. H. W. Pirie; besprochen von P. T. Meißner. — Ueber das Aluminium; von S. Sainte Claire Deville und Chapelle. — Ueber Anlagen von Turbinen von G. Rehn. — Mittheilungen vom Vereine. — **Interate.**

Anmerkung. Die zugehörigen Zeichnungsblätter 5 u. 6 liegen bei, die noch angezogenen 2 und 4 sind bereits früher ausgegeben.

Notiz über eine Blechpumpe für zwei Mann;

vom Ingenieur-Assistenten **G. Sonne.**

Aus dem Notizblatt des hannoverschen Architecten- und Ingenieur-Vereins, 1853, Bd. III S. 56.

(Mit Fig. 14 bis 16 auf Blatt 2.)

Bei der Gründung der Fuldabrücke für die Südbahn bei Krazenhof, deren von schwerem Thonboden gebildeter Baugrund sich durch sehr geringen Wasserzudrang auszeichnet, kommt die in Fig. 14–16 abgebildete Blechpumpe, deren Construction im Einzelnen von Hrn. Ingenieur Heyken angegeben ist, mit Vortheil zur Anwendung.

Dieselbe besteht aus einem 22 Fuß langen und 4 Zoll weiten Cylinder A von Weißblech, außen mit drei starken von Weißblech eingefassten Eisendrahten armirt. Das lederne Bodenventil befindet sich auf dem hölzernen Pumpenstiefel B, welcher unten mit mehreren Löchern versehen ist. Das Saugventil besteht aus dem ledernen Trichter C, welcher an die hölzerne Pumpenstange D mit kleinen Riemen befestigt ist. Am anderen Ende der Pumpenstange ist ein Quergriff befestigt.

Die Pumpe wird ohne weitere Rüstungen oder Gestell schräg an die Böschung der Baugrube gestellt und auf irgend eine einfache Art befestigt.

Die Kosten für eine Pumpe betragen:

- | | |
|--|------------------------|
| 1) 22 laufende Fuß des blechernen Pumpen- | |
| rohres à 13 ggr. 10 Pf. | 12 Rthlr. 16 ggr 4 Pf. |
| 2) 1 Pumpenstiefel von Holz mit Leder-ventil | — „ 9 „ — „ |
| 3) 1 Zugstange mit Griff | — „ 6 „ — „ |
| 4) 1 Trichter von Sohlleder nebst Riemen | — „ 16 „ — „ |

Summa (abgerundet) 14 Rthlr. — ggr. — Pf.

Ueber den Effect der in Rede stehenden Pumpe habe ich folgende Beobachtung angestellt.

Wird die Pumpe mit vier Mann besetzt, von denen jedoch jeder Zeit nur zwei in Thätigkeit sind, so können bei 14 (13 wien.) Fuß Förderungshöhe in einer Minute nahe $3\frac{1}{2}$ Kub. Fuß Wasser gehoben werden. Hieraus ergibt sich, daß ein Mann in einem Arbeitstage oder 12 Stunden $\frac{12 \cdot 60 \cdot 3\frac{1}{2}}{4 \cdot 256} =$ nahe 2.5 Schachttruthen (505

Wien. Kub. Fuß) Wasser auf die erwähnte Höhe fördert. Wenn nun ferner im Durchschnitt angenommen werden kann, daß ein an einer guten Wasserschnecke arbeitender Mann in einem Arbeitstage 3.6 Schachttruthen Wasser auf 14 Fuß Höhe fördert, so erhellt daraus, daß rüd-

sichtlich des Effects auch die Blechpumpen hinter den Wasserschnecken zurückstehen, was wohl hauptsächlich darin seinen Grund haben dürfte, daß einerseits der Arbeiter gezwungen ist, in einer unbequemen Stellung und auf eine verhältnißmäßig angreifende Art und Weise zu arbeiten; andererseits aber, wie bei allen Pumpen, das Trägheitsmoment der Pumpenstange und der auf ihr ruhenden Wassermasse bei jedem Zuge von Neuem überwunden werden muß. Nichtsdestoweniger kann jedoch die beschriebene Blechpumpe für kleinere Bauten und bei geringerem Wasserzudrange empfohlen werden.

Als Verbesserungen der erwähnten Construction der Pumpe könnten vielleicht genannt werden:

1) an dem Steigrohre, namentlich in der Nähe des Ausgusses, mehrere eiserne Haken anzubringen, behufs leichter Befestigung der Pumpe;

2) den unteren Theil des Steigrohres (wo sich das Saugventil bewegt) von doppeltem Blech zu machen, weil die Erfahrung gezeigt hat, daß einfaches Blech an jener Stelle leicht Löcher bekommt;

3) durch Kuppelung der Zugstangen zweier Pumpen an einem gemeinsamen Hebel, und Bewegung desselben mittelst zweier über Rollen geleiteten Seile, einerseits für die Arbeiter eine vortheilhaftere und bequemere Art der Bewegung herbeizuführen, andererseits aber dieselben vor dem aus dem Saugrohre beständig herausspritzenden Wasser zu schützen.

(Dingl. polyt. Journ. B. 131, S. 170.)

Anmerkung der Redaction. Der Klage über minder guten Effect können wir leicht beistimmen, um so mehr als beim Aufzuge des Kolbens die Arbeiter überlastet sind und die Zeit des Kolbenniederganges für die Wirkung ganz verloren geht. Die vorgeschlagene Kuppelung zweier solcher Pumpen ist daher vollkommen zu billigen nur nicht die Art der Ausführung, weil dadurch die unbequeme Lage des Arbeiters nicht vermieden wird. Eine wesentliche Erhöhung der Leistungsfähigkeit, deren diese Pumpe fähig ist, hängt nach unserem Dafürhalten von einigen Bedingungen mehr ab. Wird zwischen zwei solche Pumpen ein doppelarmiger Kettenkrümmung in der Ebene der Pumpenachsen eingelegt, und in eben dieser an den Krümmung ein Schwunghebel befestigt, an dessen oberem Ende nach beiden Seiten hin Druckstangen eingehängt sind; so kann eine beliebige Anzahl Arbeiter in der bequemsten Körperlage an der Arbeit Theil nehmen, und es geht, weil bei der Bewegung der Druckstangen nach jeder Seite hin immer einer der Pumpenkolben gehoben und der andere gleichzeitig herabgedrückt wird, keine Zeit und keine Kraft für die Wirkung ver-

leren. Eben so wird an den unvermeidlichen Widerständen gewonnen, wenn der Kolbenhub (was schon die angedeutete Vorrichtung bedingt) kleiner, dagegen der Querschnitt des Pumpenrohres größer genommen wird, also für die Durchmesser statt 4 Zoll wenigstens 6 bis 8 Zoll bestimmt werden, eine Größe, die ein Blechrohr (gehörig unterstützt) noch recht wohl für kleinere Fördertiefen verträgt; endlich werde ein Sauger Fig. 16 nicht wie hier mit $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser sondern von gleicher Lichtenweite mit dem Kolben- und Steigrohr angewendet.

Statt eines engen Abflußrohres werde das Steigrohr an seiner obern Ausmündung mit einem kurzen Schußgerinne von der lichten Weite des Steigrohres versehen, damit nicht ein unnötig größerer Theil des gehobenen Wassers beim Kolbenniedergange wieder in das Steigrohr zurücktreten könne.

Bei dieser Anordnung werden diese Pumpen gegen die Wasserschnecke in der Leistung nicht nur nicht zurückbleiben, sondern letztere gewiß ansehnlich überbieten; denn mit diesen Aenderungen der Verhältnisse wird mittelst dieser Pumpen leicht nahe die doppelte und unter günstigen Umständen selbst vielleicht noch eine größere Leistung erreichbar sein.

Wer zu dem angezeigten Zwecke sich die in unserer vorgehenden Nummer (Seite 5) beschriebene Schiffs Pumpe in der erforderlichen Anzahl zur Stelle schaffen kann, wird die eben beschriebenen Pumpen nicht bezuzuschaffen nöthig haben, obgleich diese Pumpen in den meisten Fällen unstreitig den Vortheil allerortig leichterer Beschaffung und geringerer Anschaffungskosten gewähren dürften.

Ed. Schmidl.

Die verbesserte hydraulische Winde von Kraft & Sohn.

(Mit Fig. 4 bis 12 auf Blatt 4.)

Die hydraulische Winde, ein in England benütztes Hebezeug, wurde zunächst für den Gebrauch der Altosner Schiffswerfte von der österr. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft aus England eingeführt, hier in Wien aber auf Veranlassung des Inspectors der k. k. j. Staatsbahn Herrn Meißner von Kraft & Sohn nicht allein zuerst in Ausführung gebracht, sondern auch in folgender Art verbessert; worauf sie ein ausschließendes Patent nahmen.

Bei der englischen Bauart mußte nämlich die innere Fläche des äußeren Cylinders *aa*, Fig. 5*) mit der größten Genauigkeit ausgedreht und ohne den geringsten Fehler hergestellt werden, um durch die Piederung bei *g₁ g₁*, Fig. 9 einen dichten Abschluß der Flüssigkeit zu erlangen; während dagegen diese Genauigkeit im Abdrehen weit leichter bei der äußeren Fläche des inneren Cylinders *bb*, Fig. 5 ausfahrbar ist, und welches demungeachtet wegen Anordnung einer einfachen Stopfbüchse bei *cc*, Fig. 11 früher eben auch geschehen mußte, obwohl diese Fläche mehr nur zur Führung als zur Abschließung der Flüssigkeit zu dienen hatte. In Folge Kraft's Verbesserung wurde aber die äußere Fläche des inneren Cylinders mittelst Anwendung einer kappenförmigen Piederung bei *cc*, Fig. 5 zum Abschlusse der Flüssigkeit benützt, daher dagegen die innere Fläche des äußeren Cylinders nur oberflächlich bearbeitet sein kann, da diese nur mehr als Führung dient. Weiters hatte die ältere englische Bauart auch den Uebelstand, bei Verwendung zweier oder mehrerer Winden an einer und derselben Last das allseitige gleichförmige Herablassen von einer besondern Geschicklichkeit und Behutsamkeit der Arbeiter abhängig zu machen, wäh-

*) Es bezieht sich Fig. 5 auf die geänderte Bauart, während Fig. 9 und 11 die ältere ursprüngliche Einrichtung veranschaulichen.

rend bei der verbesserten Winde durch die angebrachte Stellschraube *t*, Fig. 5 an den Hebel *mm* das Herabsenken einer bestimmten Last für gleichzeitig und gemeinschaftlich wirkende Winden übereinstimmend regulirt und der Willkür der Arbeiter ganz entzogen werden kann.

Dieses hydrostatische Hebezeug besteht im Wesentlichen aus einem äußern Cylinder, dem Corpus *aa*, der in die Fußplatte eingeschraubt und diese (zur Dichtung der Verschraubung) mit einem im ganzen innern Umfange des Corpus aufgestülpten und mittelst eines Spannrings angebrachten Leder bedeckt ist, und über welchem im Obertheile der Schlußring *cc* mit der Dichtung, nach der neuen Bauart wie Fig. 5 und nach der ältern wie Fig. 11, aufgeschraubt ist. Durch diesen Schlußring ist der innere bewegliche hohle Cylinder *bb*, der Preßkolben, eingeführt, an dessen unterem Theile ein starkes Metallrohr *ff*, Fig. 5, als Pumpencylinder dienend, eingeschoben, und über dessen unten eingeschnittene Schraube der Schlußdeckel *d* des Preßkolbens aufgeschraubt ist. Dieser Schlußdeckel trägt ein Ventil *e*, dessen Spiel durch eine Feder gesichert ist, die bei der neuen Bauart Fig. 5 oberhalb liegt und auf den Vorstecker des Ventils wirkt, oder nach der ältern Bauart Fig. 9 sich unterhalb befindet, in den aufgeschraubten Dichtungsring des Schlußdeckels wie ein Steg eingesprengt. In beiden Fällen sind am Ventile in den Schlußdeckel schiefe Communicationskanäle vorhanden, die bei der Oeffnung des Ventiles durch dessen Verjüngung die Verbindung des untern mit dem obern Raume ermöglichen.

Der obere Theil des Preßkolbens enthält eine ringförmige Verstärkung, mit welcher derselbe durch angeordnete Schraube, nachdem ein Lederring zur Dichtung darüber gebracht ist, in den darüber befindlichen Preßkops *kk* eingeschraubt wird. In der Mitte des übrigens hohlen Preßkops *kk* ist eine Kammer *l* mit den Seitenwänden *ww* von der Gestalt ausgespart, wie sie durch die Figuren 4, 5, 6 und 8 combinirt für ein freies Spiel des Hebels erforderlich sich ergibt. Diese Kammer ist zur Aufnahme des Pumpenhebels *mm* bestimmt und nicht größer als gerade erforderlich. Der Hebel hängt hier in einem beweglichen Stützpunkte, der in dem Arme *n* unten angeordnet ist, während dessen oberer Stützpunkt unverrückbar ist; um statt der Kreisbewegung des Einhängepunktes *p* für die Pumpenstange mittelst einer Führung eine geradlinigte zu erlangen, wie es nothwendig wird. In dem ansteigenden Boden dieser Kammer im Preßkops befinden sich 2 Oeffnungen für den Durchgang der Gefäße *pp* (der Kolbenstange) und *qq* (der Auslösestange), welche bei *uu* mit kappenförmig gestülptem, mittelst der aufgeschraubten Metallplatte *h* niedergehaltenem, Leder gedichtet sind. An dem Untertheile der Pumpenstange *pp* befindet sich der Pumpenkolben *g*, der durch eine mittelst eines aufgeschraubten Ringes angepreßte kappenförmige Piederung gedichtet ist, ein Ventil trägt, und mit Communicationskanälchen, wie der Preßdeckel, versehen ist, die bei Lüftung des Ventils die Verbindung des Raumes *gc* mit dem oberliegenden *bb* herstellen, wie es Fig. 5 für die neuere und Fig. 9 für die ursprüngliche Bauart gleich darstellen. Bei der durch den Vorgang des Pumpens hervorgehenden Bewegung des Pumpenkolbens ist das Spiel der Ventile von selbst erklärlich, und der Erfolg ein stetes Uebertreten der Flüssigkeit aus dem obern Raume *bb* des Preßkolbens durch dessen Schluß-Deckel *g* in den Raum unter denselben, und in Folge dieser Anhäufung die Vergrößerung des untersten Raumes und somit ein Aufwärtstreiben oder Heben des Preßkolbens.

Nach vollendetem größten Hube muß aber das Spiel wiederholt von Neuem beginnen können, es muß also in Bezug auf die Vertheilung der Flüssigkeit der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt werden

können. Dazu dient das neben der Kolbenstange herabgehende Auslösestängelchen *q q*, welches dicht ober dem Kolben eine Kröpfung hat, mit welcher es in eine höher gehaltene Durchbrechung der Kolbenstange einmündet, und mittelst welcher es das Ventil *g* lüftet, wenn es herabgedrückt worden ist, und somit den Raum *b b* mit dem Raume unter dem Kolben *g e* in Verbindung bringt. Die Kröpfung, durch die Kolbenstange durchgehend, erhält an der andern Seite der Kolbenstange zur Sicherung seiner Lage einen Vorstecker, wie die ganze Einrichtung die Fig. 5, 8 und 9 deutlich machen. Wird ferner bei herabgedrücktem Auslösestab zugleich die Kolbenstange und also auch der Kolben tief genug herabgedrückt, oder das Herabdrücken beider zugleich bewirkt, so lüftet das Ventil *g* auch zugleich das Ventil *e* und der Raum unter dem Presskolben *d* ist mit dem Raume *g e* über demselben und mit dem Raume *b b* über den Pumpenkolben in ungehinderter Verbindung. Wird in dieser Lage der Presskolben mit irgend einer Kraft herabgedrückt, so muß die Flüssigkeit aus dem Raume unter demselben durch die Ventile in ihren anfänglichen obern Behälter überströmen, und der Presskolben nach und nach wieder in seinen anfänglichen tiefsten Stand zurückgehen.

Damit dieses Zurückgehen nicht unbeabsichtigt während des Aufstrebens eintreten, und, beabsichtigt, mit Leichtigkeit vollführt werden kann, wird der zum Aufstreben des Presskolbens notwendige Anstößhebel Fig. 12 am untern Theile mit einer Nase versehen, welche, auf den Boden der Kammer niedergedrückt, den Hebel nicht so tief niedergehen läßt, als es zur Wirksamkeit des Auslösestängelchens notwendig wäre. Entgegengesetzt der Nase hat der Hebel eine Tiefung, und wird der Verlängerungshebel mit der Tiefung nach Unten angestückt und in seinen tiefsten Stand wieder herabgedrückt, so sinkt er tiefer als zuvor und gerade tief genug ein, um das Auslösestängelchen in Wirksamkeit zu setzen.

Die Größe der Auslösung kann nach dieser Einrichtung immerhin bei verschiedenen hydrostatischen Winden verschieden und selbst für einzelne Fälle zu groß angeordnet sein, welche beide Voraussetzungen in der Anwendung die übelsten Folgen hervorrufen könnten, und eben zur Hintanhaltung dieser übeln Folgen hat Kraft die schon Eingangs erwähnte Regulirschraube *t* Fig. 5 dem kurzen Hebel *m m* beigegeben, mittelst welcher die Lösung für jeden beliebigen Grad gestellt werden kann. Selbst ersichtlich erhält die Kolbenstange ihre geradlinigte Führung durch den Kolben *g* und durch die Stopfbüchse bei *u*; damit sie aber bei der Anwendung größerer einwirkender Kraft in ihrer Länge zwischen beiden ohne übermäßiger Stärke keine nachtheilige Biegung annehmen kann, ist in der beiläufig halben Höhe eine in den Cylindrumfang *b b* leicht verschiebbare Scheibe *r r* mittelst eines Spannkeiles *s* an die Kolbenstange befestigt, und in dieser für das Auslösestängelchen eine Oeffnung gelassen.

Um für den Gebrauch die Angriffspunkte dieser Winde einerseits gegen die Stützfläche andererseits gegen die Oberfläche des zu hebenden Gegenstandes vor dem Ausweichen zu schützen ist die Glätte oder Ebene des Presskopfes und des Fußes mit zahnförmigen Erhöhungen unterbrochen, wie Fig. 4, 5, 6 und 7 zeigen.

In dieser Form dient das Hebezeug für Lasten, die in geeigneter Höhe über dem festen Boden sich befinden, wie zum Heben entgleiseter Locomotive oder Wagen an den Eisenbahnen; für Lasten, die den Boden berühren, kann noch ein über den Presskopf zu legendes Steg beigegeben werden, an welchem ein Tragbügel herabläuft, der mit einer, in gemeiner Sprache sogenannten, Brage versehen ist.

Die dargestellte Presse ist fähig Lasten von 300 Ztr. und selbst darüber durch einen Arbeiter zu heben.

Die hydrostatischen Winden haben in der Verwendung gegen die gewöhnlichen Radwinden von gleicher Leistungsfähigkeit den Vortheil *a* weniger Raum zu erfordern, *b* ein geringeres Gewicht zu besigen, *c* eine größere Sicherheit zu gewähren, *d* weniger Reparatur zu bedürfen, *e* bequemer in der Anwendung zu sein, *f* leicht für größere Leistungen eingerichtet zu werden, und *g* billiger in der Beschaffung zu sein. Auch können sie als Pressen verwendet werden, wenn ein passendes Gestelle darüber ausgeführt wird. Uebrigens ist es rathsam, dieselben reinlicher und schonender zu behandeln, als man mit derlei Vorrichtungen nicht selten umzugehen pflegt. Obgleich ansonst die bisher in Verwendung stehenden hydrostatischen Winden sich vollkommen dienstbar bewiesen, so ist dennoch ihre Leistungsfähigkeit unmaßsichtlich von einer besondern Genauigkeit und fleißigen Arbeit bei ihrer Ausfertigung bedingt, und ohne diese würden sie ihrem Zwecke durchaus nicht entsprechen können.

Ed. Schmidl.

Die großen Eisenbahnbrücken Englands und insbesondere Brunel's Brücke über den Wyefluß bei Croydon:

von Professor Mühlmann in Hannover.

(Mit Fig. 1 bis 16 auf Blatt 5.)

Stephenson's kühne Idee, die Menai-Straits mit einer für Eisenbahnzüge bestimmten, ungeheuren eisernen Röhrenbrücke zu überschreiten, erregte schon bei ihrem ersten Auftauchen die Aufmerksamkeit der Laien wie Sachverständigen im hohen Grade, und die Verwirklichung, die glückliche Ausführung derselben riß, der Natur der Sache nach, zu einer Bewunderung hin, die sich fast ungetheilt über alle civilisirte Nationen erstreckte. Jedenfalls wird zu allen Zeiten Stephenson's Name, seinen Leistungen überhaupt entsprechend, in der Geschichte der Baukunst, ja in der Culturgeschichte der Menschen, einen ersten Platz einnehmen. Insbesondere steht sein Werk in der Menai-Straits (die Britannia-Brücke) als ein Experiment vor uns, das nur ein Mann durchzuführen vermochte, welcher Genie mit Energie im vollendetsten Maße verband, und wodurch er sich den Dank der Mit- und Nachwelt erwerben hat. Man kann wohl fest behaupten, daß erst durch die Menai-Brücke die Anwendbarkeit des Eisenbleches für Brücken und verwandte Constructionen in das rechte Licht gesetzt und ein Ideenkreis eröffnet worden ist, dessen Grenzen zur Zeit noch ganz unabweisbar sind.

Wie aber der leidige Mensch überhaupt nicht im Stande ist, absolut Vollkommenes zu schaffen, so trägt auch Stephenson's Menai-Brücke ein Uebel an sich, dessen Größe selbst für das reiche England äußerst fühlbar ist und bleiben wird.

Die Brücke ist zu theuer und wird die Rente der über sie weggeführten Eisenbahn selbst dann noch niederhalten, wenn man den Hafen von Holy-Head mit Allem versehen hat, was ihm zur Zeit noch fehlt, und wenn Irland das Glück größerer industrieller Thätigkeit, erhöhten Wohlstandes genießen und überhaupt bessere Zeiten zu zählen angefangen haben wird.

Bohlsheilheit mit Sicherheit der Construction bei Brücken von großer Spannweite in möglichst vollkommenem Maße mit einander zu vereinigen, ist daher die Aufgabe, welche sich die ersten Ingenieure Englands stellen mußten, und die bereits eine Art von Wettkampf hervorgerufen hat, dessen Entscheidung wahrscheinlich nicht zu lange auf sich warten lassen dürfte.

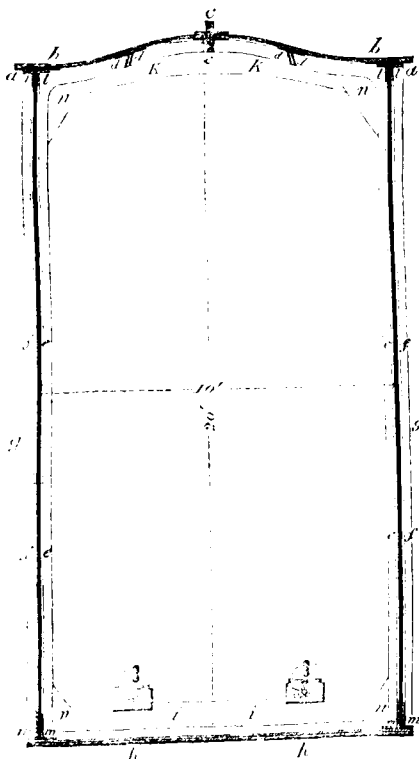
Stephenson versuchte bereits bei Knottingley*) (Great-Northern-Railway) seine Röhrenconstruction zu vereinfachen, Cubitt**) griff wieder nach dem amerikanischen, sogenannten Gittersysteme, den Festigkeiten entsprechend, aus Schmiedeeisen und Gußeisen gebildet und der wackere Brunel sieht bei Chepstow ein Werk vollendet, welche Stephenson's Arbeiten würdig an die Seite gestellt werden dürfte, vor diesen aber den entschiedenen Vorzug der größtmöglichen Billigkeit besitzt, ohne die erforderliche Widerstandsfähigkeit zu beeinträchtigen. Durch Herrn Brunel's zureichende Aufnahme bei meinem Besuche des Baues (am 19. September 1851), zufällig am Tage der Eröffnung der Gloucester-Chepstow-Linie (Great-Western-Railway), und mehr noch durch die ungewöhnliche Güte und Zuverlässigkeit Herrn Prescott's, des ersten Ingenieurs Herrn Brunel's, wurde mir, trotz der Kürze der Zeit, eine möglichst genaue Kenntniß der Construction, so wie Aufnahme von Skizzen möglich, die ich hier mit Abbildungen auf Blatt 5 und mit Bezug auf meinen Aufsatz über dieselbe Brücke, Heft II. Seite 150 Notizbl. d. Arch. u. Ing. Ver. für Han.**) den Umständen entsprechend mittheile.

Fig. 1 gibt ein übersichtliches Bild der ganzen Brücke, die, mit Ausnahme der gußeisernen Zwischenpfeiler, ganz aus Eisenblech constructirt ist. Der Landpfeiler auf der Gloucestershire-Seite so wie auf der Chepstow- (Süd-Wales) Seite sind aus Mauerwerk hergestellt.

Die Spannweite der größten Oeffnung beträgt 305 Fuß, während jede der drei kleineren Oeffnungen eine lichte Weite von 100 Fuß 4 Zoll besitzt. Letztere Entfernung von Axenmitte zu Axenmitte der gußeisernen röhrenförmigen Pfeiler gemessen. Weitere Maße sind in den betreffenden Abbildungen in möglichster Anzahl eingeschrieben, wobei jedoch bemerkt werden muß, daß die Differenz von 41 Fuß zwischen Ebbe und Fluth die gewöhnliche, normale ist, während zuweilen Springfluthen bis zu 60 Fuß Höhe vorkommen, in welcher (übelen) Beziehung die Mündung des Severn River, in welchen der

Wysefluß strömt, und weiterhin der Bristol Channel bereits hinlänglich bekannt sein dürften.

Wie aus dem Grundrisse Fig. 3 und besonders aus den Durchschnitffiguren Fig. 4, 5 und 6 erhellt, bildet die eigentliche Brücke zwei in der Art nach der ganzen Längsrichtung getrennte Theile, das jedes der beiden Fahrgelände für sich besteht, oder eigentlich zwei Brückenkörper neben einander liegen. Jeder dieser Brückenkörper bildet einen eben ganz offenen Kasten, aus zusammengeklebten Eisenblechen hergestellt, dessen Langseiten massive Blechwände sind, wobei die untere Querverbindung aber durch schmiedeeiserne Rippen vermittelt wird, die immer je 5 Fuß von einander entfernt liegen. Zur Erläuterung dieser Angaben dient am besten Fig. 15, welche den Querdurchschnitt des eigentlichen Brücken- und Bahnkörpers, bis zur Mittellinie der Eisenbahn, in vergrößertem Maßstabe darstellt. Dabei ist A die aus $\frac{1}{4}$ " starkem Blech gebildete Tragwand von 7' 7" Höhe, welche eben durch den bogenförmigen Theil BB von 3 Fuß Breite, so wie durch Stützebleche CC verstärkt, unterhalb aber zu gleichem Zwecke mit einem 2' 6" breiten Fuße DD versehen ist, welcher letztere aus Blechplatten von je 8 Fuß Länge gebildet wird, die so gebogen sind, daß in der Mitte, in der Fortsetzung der Tragwand A, eine Pfeilhöhe von 1 Zoll entsteht. Die innere Seite dieses Fußes dient gleichzeitig zur Befestigung der Bahnträger oder Rippen EE, von 13 Zoll Höhe, welche eben und unten durch seitlich angebrachte Winkelleisen ($3" \times 2\frac{1}{2}"$) verstärkt sind, in diagonaler Richtung zur Bahnaxe liegen und je 5 Fuß von einander absteilen. Auf diese Rippen sind 4" starke Holzbalken FF geschraubt, ihre Richtung abermals diagonal zur Bahnaxe, jedoch entgegengesetzt zur Richtung der Rippen EE genommen, so daß sich beide Richtungen unter gleichen Winkeln schneiden und überhaupt eine entsprechende Dreiecksverbindung (Fig. 16) erzeugt wird. Auf die Balken EE ist unmittelbar die Grundbettung G zur Lagerung der Bahnschwellen und Schienen gebracht, wobei erinnert werden mag, daß die Spurweite (broad gauge)



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Fuß engl.

- *) Nebenstehende Skizze wird zur Kenntnissnahme der Knottingley-Röhrenbrücke hinreichen, deren lichte Weite (Spannung) 225 Fuß, ganze Röhrenlänge aber 237 Fuß beträgt. Die Auflager an den Pfeilern sind eben so wie bei der Britannia-Brücke angeordnet.
 a a sind Platten von 1" Stärke und 12" Breite.
 b b Deckplatten, vom Anfange der Brücke nach der Mitte hin stärker werdend, und zwar wie folgt: $\frac{1}{2}"$, $\frac{3}{8}"$, $\frac{1}{16}"$, $\frac{3}{4}"$ (Mitte), $\frac{1}{16}"$, $\frac{3}{8}"$, $\frac{1}{2}"$.
 c c eine Deckverstärkungsplatte von 8" Höhe und $\frac{3}{4}"$ Dicke, seitlich durch Winkelleisen (wie an den andern Stellen $3" \times \frac{1}{2}"$) gestützt und verbunden.
 d d eine Verstärkung durch zwei Winkelleisen auf jeder Seite der Decke, die circa 40' von jedem Ende anfängt.
 e e Winkelleisen von $3" \times \frac{1}{2}"$.
 f f sogenannte T Eisen von resp. 5", $2\frac{1}{2}"$ und $\frac{3}{8}"$.
 g g Seitenplatten 2' 6" breit, in der Mitte der Brücke $\frac{1}{16}"$ dick, nach den Enden hin in der Folge von $\frac{3}{8}"$, $\frac{1}{16}"$ bis zu $\frac{1}{2}"$ an Dicke zunehmend.
 h h Bodenplatten (doppelt), jede derselben nach der Mitte der Brücke hin an Stärke zunehmend, und zwar von $\frac{1}{16}"$ bis zu $\frac{3}{16}"$.
 i i Blechwände von 12" Höhe und $\frac{3}{4}"$ Dicke, 5' aus einander liegend.
 k k Querrippe, ebenfalls $12" \times \frac{3}{4}"$ und 10' von einander entfernt angebracht.

Die Riete stehen unten 5', an den Seiten 4' aus einander und sind 1" stark.

**) Von Cubitt's derartigen Brücken ist mir nur eine, und zwar (weil die Zeit fehlte) nicht durch eigene Anschauung bekannt geworden, wobei die Spannweite 250, die Höhe der Gitterwände 16 Fuß, die kürzeste Entfernung der beiden Tragwände 14 Fuß beträgt. Streben und Gegenstreben, von der Brückenmitte aus in ihren Richtungen wechselnd (ganz wie bei den Schweschen und Long'schen Brücken) resp. aus Schmiedeeisen und Gußeisen bestehend, je nachdem dieselben auf Zug oder Zusammendrücken in Anspruch genommen werden. Jede der Wände wird oberhalb auf der ganzen Länge durch eine feste, gußeiserne Röhre begrenzt, deren Durchmesser $1\frac{1}{2}$ Fuß ist.

**) Ein Auszug hiervon findet sich im J. 1853 unserer Zeitschrift S. 98 unter der Ueberschrift Brunel's Chepstow Brücke. D. Red.

der Great-Western-Bahn auch hier 7 Fuß beträgt. Der Abstand von den Schienenköpfen bis zum Bohlenbelage FF ist genau 1 Fuß 6 Zoll.

Die weitere Verbindung des Bahnkörpers mit den Tragwänden A der Brückenbahn durch $2\frac{1}{2}$ zöllige Winkelseisen HH zc., wodurch zugleich eine Art von Fußweg gebildet ist, dürfte ohne Weiteres aus den Abbildungen deutlich werden.

Zwischen den drei Brückenöffnungen von respective 100 Fuß Spannweite besitzen die Blechasten, in welchen die Bahnkörper liegen, Steifigkeit, überhaupt Widerstandsfähigkeit genug, um nachtheiligen Durchbiegungen zc. beugen zu können, was begreiflicher Weise nicht bei der Hauptöffnung von circa 300 Fuß Spannweite vorauszusetzen war, vielmehr mußte hier zu ganz besonderen Hilfsmitteln gegriffen werden, sollte anders eine für Eisenbahnzüge geeignete Festigkeit erreicht werden.

Die Auflösung dieser Aufgabe ist aber einfach dadurch erreicht, daß eine Art von Kettenbrücken-Construction ohne die gewöhnlichen Hängestangen gebildet wurde, wobei die Hauptketten SS Fig. 2 die Bahnkörper auf jeder Seite an 4 Punkten M, x, x und N tragen, die bei Kettenbrücken gebräuchlichen Spann- und Wurzelsketten nebst Verankerung aber durch Anbringung von 305 Fuß langen Eisenblechröhren AF von 9 Fuß Durchmesser ersetzt sind. Für jeden der beiden Bahnkörper ist natürlich eine besondere Röhre vorhanden, wie aus dem Grundrisse Fig. 3 und den Durchschnitten Fig. 4 — 6 vollständig klar werden wird. Zur weiteren Unterstützung und reizr. Druckvertheilung sind überdies noch Röhren und Brückenbahn durch Absteifungen (upright trusses) OM und PN (siehe die Durchschnittenfiguren 6, 10 und 11) verbunden, so wie Diagonalketten OTN und MTP (Fig. 2) angebracht. Die Zahl der neben einander liegenden Schienen jeder Hauptkette SS wächst von den tiefsten Punkten x x bis zu den Sätteln bei Q und R respective von 10 zu 12 bei einer mittleren Dicke von $\frac{3}{4}$ Zoll. Die Verbindungsart der Schienen mit den Röhrenenden erklärt am besten die Durchschnittenfigur 8, so wie sich die Aufhängungsweise der Brückenbahn auf den Ketten aus den Figuren 12 bis 14 erkennen läßt. Bei letzterer Figur ist vielleicht aufmerksam zu machen, daß QQ schmiedeeiserne Sättel sind, welche die Hauptketten übergreifen, und gegen welche sich Schrauben T stützen, deren Muttern in besondern Lappen U sitzen, die an den Tragwänden A (Fig. 12) festgenietet sind. Bei M und N gehen die Hauptketten durch die Absteifungen OM und PN hindurch, und ruht hier die Brückenbahn abermals auf diesen Hauptketten. Zu letzterem Ende ist daselbst die verticale Hauptwand A (Fig. 12) der Brückenbahn an dem Boden der respectiven Absteifungen OM und PM (deren Durchschnittenfigur 11 ist) fest genietet, auf Keile gehangen, welche auf Rollen liegen, und weiter mittelst Sattelplatten auf die Hauptketten gestützt. Durch die gedachten Rollen wird es möglich, daß sich die Ketten ausdehnen können, ohne die Verbindung zwischen ihnen und der Brückentragwand zu beeinträchtigen.

Die Art der Zusammenfügung und Lagerung an den Enden der großen Röhre AF (Fig. 2) erklärt Fig. 8 und 9, wobei zugleich erscheint, daß beide Enden mittelst gußeiserner Böcke pp auf Rollen v liegen, welche von einem Rahmen w umfaßt werden *).

Die große Eisenblechröhre von 9' Durchmesser ist innerhalb, in je 25 Fuß Entfernung, mit Verstärkungsringen von 2' Breite versehen, so daß an diesen Stellen Öffnungen von 5' Durchmesser ver-

bleiben *) (siehe Fig. 8). An den Pfeilerstellen ruht die Brückenbahn ebenfalls auf Rollen, wie dies aus der Detailfigur 7, und speciell für die Stelle K (Fig. 2) zu ersehen ist.

Aus Allem erhellt, daß die durch Temperatur-Veränderungen zu erwartenden Ausdehnungen und Zusammenziehungen bei der Brückenbahn, der Röhre und den Hauptketten völlig unschädlich gemacht sind.

Die Wirkungsweise der an den verschiedenen Stellen der Hauptöffnung auftretenden Drücke erklärt sich leicht durch Anwendung des Parallelogrammes der Kräfte. So zerlegt sich das bei N (Fig. 2) vertical niederwärts ziehende Gewicht in die Agerichtung der Kette als eine in der Richtung von R nach N hin wirkende Kraft, letztere aber wiederum, bei R angreifend gedacht, in eine Horizontalkraft, welche auf Zusammendrückung der Röhre wirkt, und in eine vertical niederwärts wirkende Kraft, welche die Zusammendrückung der Pfeiler zu veranlassen strebt. Hieraus folgt zugleich, daß man die Pfeiler als frei von allen Seitenschüben betrachten kann.

Die Pfeiler selbst sind gußeiserne hohle Röhren, von etwa $\frac{3}{4}$ Zoll Wanddicke, von 6 Fuß äußerem Durchmesser, der sich jedoch, soweit die Röhren der Hauptöffnung im Grunde eingetrieben sind, auf 8 Fuß vergrößert (siehe Fig. 4). Diese Röhren sind wieder aus einzelnen Röhren von etwa 9 Fuß Länge zusammengesetzt, und zwar wird die Verbindung einfach durch an den Enden der Röhrenstücke vorhandene Flanschen mittelst Schrauben bewirkt.

Beim Aufstellen und Eintreiben dieser Röhren wurden dieselben zugleich als Fangdämme, beim Entfernen des Wassers aus demselben aber der Druck verdichteter Luft benutzt. Zu letzterem Ende wurde in jede der betreffenden Röhren am oberen Ende ein Kasten mit Doppelthüren (Klappen) eingesprengt, um einerseits die Communication des inneren Röhrenraumes mit der äußeren Atmosphäre ganz unterbrechen, anderseits aber auch nach Entfernung des Wassers aus der Röhre, die am Boden wegzuwühlende Grundmasse in Kästen emporziehen und aus der Röhre herausbringen zu können. Zur Entfernung des Wassers aus der Röhre wurden theils gewöhnliche Pumpen verwendet, theils aber auch durch eine am Ufer aufgestellte (durch eine 7-pferdige Dampfmaschine betriebene) Luftverdichtungs- (Compressions-) Pumpe der Druck der über dem Wasser in der Röhre befindlichen Luft bis auf 2 Atmosphären verdichtet und dadurch das Wasser zum Heraustrreten am Boden veranlaßt. Nach meiner eigenen Wahrnehmung konnten die Arbeiter, freilich nicht zu lange Zeit, recht gut ohne besondere Belästigungen in dem verdichteten Luftraume thätig sein.

Das Totalgewicht der ganzen Brücke, mit Ausnahme der Pfeiler, wurde mir von Herrn Brereton zu etwas über 1200 Tons, ihre Kosten zu etwa 30000 Pfd. Sterl., ohne die Pfeiler, angegeben, wozu man noch etwa 1200 Pfd. Sterl. für die Pfeiler zum Aufrichten zc. rechnen würde, so daß die Totalkosten etwa 42000 Pfd. Sterl. (etwa 290000 Mkfr.) betragen, ein Preis, der, im Verhältniß zur Röhrenbrücke an dem Menai-Straits, gewiß als sehr billig bezeichnet werden kann.

Bei einem angestellten Versuche, wobei die Eisenbahnschienen pr. laufenden Fuß mit 53 Centner belastet wurden, das ganze auf eine Brückenbahn gebrachte Gewicht etwa 800 Tons betrug, ergab sich die größte Durchbiegung in der Mitte des Bahnkörpers zu 3 Zoll.

(Notizbl. d. Arch. u. Ing. Vereines f. Hanov. B. I. S. 360.)

*) Wir müssen die vielen fehlenden Beziehungen zwischen Text und Zeichnung in dem benutzten Originale bedauern. D. R.

*) Die einzelnen Blechplatten, woraus die Röhren durch Nietung zusammengesetzt sind, haben 10 Fuß Länge, 2 Fuß Breite und $\frac{1}{4}$ Zoll Dicke. Jede derartige Platte hatte ein Gewicht von 3 Centnern.

Tabellarische Darstellung

der über die

Bewegung des Wassers in Kanälen (Gräben)

auf ministerielle Anordnung bei den k. k. Berg- und Hüttenwerken abgeführten Versuche nebst Erläuterung derselben, und Entwicklung einer empirischen Formel zum Gebrauche bei Anlagen neuer Wassergräben und bei Wassermessungen. (Mit Zeichnungsblatt 6.)

Des Versuches	G e f ä l l			T Wassertiefe	A Wasserprofil	P Wasserperimeter	Q Wassermenge pr. 1 Sec.	U = $\frac{Q}{A}$ berechnete mittlere Geschwin- digkeit pr. 1 Sec.	Form des Profils wie	Beschaffenheit		Benennung des Beobachters und des beobachteten Grabens.
	Gemessen	Berechnet nach								der Sohle	der Seitenwände	
		Sitelwein (I.)	Zahnweber (III.)									
Nr.	in 100 der Längen.			Fuß.	□ Fuß.	Fuß.	℔. Fuß.	Fuß.				
1	0.5	0.79	0.82	1.97	7.56	8.022	18.398	2.433	Fig. 1.	Mörtelmauerwerk verputzt.		Grübler in Idria beim Werksgraben.
2	0.5	0.65	0.10	0.419	1.368	4.023	0.404	0.295	Fig. 2.	Trockenes Mauerwerk		Eich Grabenstrecke nächst der k. k. Hütte zu Kapnikbánya.
3	0.5	0.63	0.44	0.773	2.541	4.821	2.760	1.086				
4	0.5	0.40	0.21	1.20	0.951	5.680	5.706	1.444				
5	0.5	0.6	0.85	0.397	0.488	1.914	0.510	1.045	Fig. 3.	Hölzernes Gerinne		Schöber am Gerinne zwischen dem 2. und 3. Stampfhaufe des Nr. 14 Hochwerkes zu Schemnitz.
6	0.5	0.7	0.96	0.475	0.609	2.086	0.757	1.243				
7	0.5	0.90	1.13	0.640	0.865	2.416	1.371	1.585				
8	0.5	1.10	1.31	0.704	0.964	2.524	1.759	1.824				
9	0.6	1.96	1.72	1.640	5.157	6.483	18.398	3.567	Fig. 4.	Mörtelmauerwerk verputzt		Grübler in Idria beim Werksgraben.
10	0.6	0.20	0.30	0.705	1.506	3.358	1.154	0.766	Fig. 5.	Letten.	Trockenes Mauerwerk.	Sauer am Laaser Wasserleitungsgraben zu Pribram.
11	0.6	0.24	0.36	0.812	1.746	3.582	1.579	0.904				
12	0.7	0.34	0.50	0.799	1.165	2.898	1.154	0.99	Fig. 6.	Letten.	Trockenes Mauerwerk.	Sauer detto.
13	0.7	0.40	0.55	0.938	1.403	3.174	1.579	1.125				
14	0.9	0.35	0.44	1.915	9.790	8.267	18.398	1.696	Fig. 7.	Mörtelmauerwerk verputzt.		Grübler in Idria am Werksgraben.
15	1.0	0.02	0.32	0.414	0.934	1.794	0.825	0.883	Fig. 8.	Lettig Erdreich.		Schöber am Kozelniker Hochwerksleitgraben zu Schemnitz.
16	1.0	0.17	0.25	0.622	1.526	2.053	1.425	0.934				
17	1.0	0.45	0.64	0.525	1.061	2.951	1.154	1.087	Fig. 9.	Letten.	Trockenes Mauerwerk.	Sauer am Laaser Wasserleitungsgraben zu Pribram.
18	1.0	0.48	0.66	0.632	1.306	3.183	1.579	1.209				
19	1.1	1.06	1.02	1.690	6.442	6.737	18.398	2.856	Fig. 10.	Mörtelmauerwerk verputzt.		Grübler in Idria am Werksgraben.
20	1.1	0.84	1.03	2.000	7.948	7.531	18.398	2.314	Fig. 11.	dto.		dto.
21	1.1	0.13	0.23	0.540	1.060	3.160	0.560	0.528	Fig. 12.	Erdreich.		Lechner am Sojorer Graben zu Felsobánya.
22	1.1	0.13	0.22	0.660	1.380	3.660	0.760	0.550				
23	1.2	0.13	0.28	0.460	0.865	2.677	0.510	0.589	Fig. 13.	Eichene Pfosten.		Lechner am Nichtschächter Graben zu Felsobánya.
24	1.2	0.23	0.36	0.630	1.200	3.010	0.950	0.791				
25	1.3	1.42	1.30	1.642	5.710	6.345	18.398	3.222	Fig. 14.	Mörtelmauerwerk verputzt.		Grübler in Idria am Werksgraben.

Des Versuches	G e f ä l l			T Wassertiefe	A Wasserprofil	P Wasserverlänger	Q Wassermenge pr. 1 Sec.	U = $\frac{Q}{A}$ berechnete mittlere Geschwin- digkeit pr. 1 Sec.	Form des Profils wie	Beschaffenheit		Benennung des Beobachters und des beobachteten Grabens.
	Gemessen	Berechnet nach								der Sohle	der Seitenwände	
		Stütze (I ₂)	Wasser (III ₂)									
Nr.	in 1000 der Längen.			Fuß.	℥. 100.	Fuß.	℥. 100.	Fuß.				
26	1.4	0.99	1.97	1.692	6.618	6.819	18.398	2.779	Fig. 15.	Mörtelmauerwerk verputzt.		Grübler in Idria am Werkgraben.
27	1.6	0.44	0.93	0.204	0.508	2.520	0.483	0.950	Fig. 16.	Hölzernes Gerinne.		Schlwa zu Neuberg Holzries am Buddlingswerke.
28	1.6	0.33	1.53	0.456	1.061	3.120	1.990	1.875				
29	1.6	2.24	2.11	0.802	2.015	3.920	6.161	3.057				
30	1.8	0.24	0.38	0.50	0.915	2.780	0.660	0.721	Fig. 17.	Eichene Pfosten.		Lechner am Nichtschächter Graben zu Felsobánya.
31	1.8	0.23	0.36	0.58	1.080	2.950	0.810	0.750				
32	1.8	0.28	0.43	0.66	1.250	3.110	1.120	0.896				
33	2.0	2.89	2.87	0.660	0.781	2.505	2.100	2.688	Fig. 18.	Hölzernes Gerinne.		Grübler in Idria beim hölz. Gerinne zum Ferdinandi-Schacht im Lubentischthale.
34	2.0	0.93	1.17	0.527	4.379	9.722	8.250	1.883	Fig. 19.	Trockenes Mauerwerk.		Hasenauer am Glader beim oberen Hammer zu Flachau.
35	2.0	0.84	0.93	0.833	7.249	10.694	15.38	2.121				
36	2.0	0.15	0.27	0.316	0.492	2.189	0.222	0.451	Fig. 20.	Letten.		Keller beim Gößniger Kunstgraben.
37	2.0	0.34	0.53	0.450	0.701	2.457	0.577	0.823				
38	2.0	0.54	0.63	0.713	1.107	2.983	1.222	1.103				
39	2.2	0.08	0.15	0.395	0.855	2.805	0.321	0.375	Fig. 21.	Letten- stauchung.	Trockenes Mauerwerk.	Hugelmann am Thunfeld Bochwerks-Graben in Pöbram.
40	2.2	0.16	0.27	0.425	0.929	2.863	0.527	0.567				
41	2.2	0.26	0.39	0.672	1.536	3.880	1.412	0.919				
42	2.2	0.32	0.46	0.773	1.803	3.586	1.974	1.094				
43	2.2	0.33	0.46	0.833	1.966	3.638	2.255	1.147				
44	2.2	0.37	0.51	0.869	2.060	3.793	2.522	1.224				
45	2.2	0.34	0.53	0.434	0.832	2.746	0.707	0.849	Fig. 22.	Theils trockenes Mauerwerk, theils Erdreich.		Hellwig am Abflußgraben des Windisch. Nr. 1 Bochwerks in Schemnitz.
46	2.2	0.48	0.68	0.529	1.050	2.950	1.180	1.123				
47	2.2	1.02	1.24	0.430	1.875	5.365	3.107	1.657	Fig. 23.	Trachituff ausgeschramt.		Jurenak am Wassergraben des Kais. Ferd. Erb- hollens-Wetterschachtes zu Kremnitz.
48	2.2	1.13	1.24	0.650	2.925	5.853	6.160	2.105				
49	2.5	0.72	0.97	0.407	0.681	2.447	0.826	1.212	Fig. 24.	Trockenes Mauerwerk.		Hellwig am Abflußgraben der Staufer Mahlmühle.
50	2.5	0.82	1.01	0.541	0.966	2.791	1.390	1.438				
51	2.5	0.81	1.00	0.660	1.235	3.053	1.957	1.584				
52	2.6	2.25	2.22	0.52	1.830	4.430	5.000	2.732	Fig. 25.	Erdreich.	Begimmer.	Orthmayr am Schmelz- hüttengraben zu Dognasska.
53	2.6	1.72	1.63	0.98	3.630	5.520	11.000	3.030				
54	2.6	1.55	1.37	2.02	7.560	7.530	27.000	3.571				
55	2.7	0.91	1.16	0.358	1.369	4.499	1.980	1.446	Fig. 26.	Sandig Erdreich.		Hauen am Wassergraben beim Szaizer Boch- werke zu Schemnitz.
56	2.7	0.62	0.78	0.580	2.450	5.150	3.667	1.496				
57	2.7	0.89	0.90	0.690	3.170	5.538	5.914	1.865				
58	2.8	0.64	0.84	0.588	1.186	3.203	1.575	1.327	Fig. 27.	Letten- stauchung.	Trockenes Mauerwerk.	Pister am Gerinne des neuen Hochofens beim Dösgörner Eisenwerke.
59	2.8	0.64	0.81	0.788	1.592	3.602	2.326	1.461				
60	2.8	1.05	1.15	1.224	2.469	4.474	5.285	2.140				

Des Versuches	G e f ä l l				T Wasserhöhe	A Wasserprofil	P Wasserperimeter	Q Wassermenge pr. 1 Sec.	U = $\frac{Q}{A}$ berechnete mittlere Geschwin- digkeit pr. 1 Sec.	Form des Profils wie	Beschaffenheit		Benennung des Beobachters und des beobachteten Grabens.
	Gemessen	Berechnet nach		der Sohle							der Seitenwände		
		Stichwein (I ₂)	Lotmeter (III ₂)										
Nr.	in $\frac{1}{1000}$ der Längen.	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	h ₆	h ₇	h ₈				
61	3.1	0.56	0.86	0.53	0.465	1.770	0.500	1.075		Fig. 28.	Trockenes Mauerwerk.		Lechner am Nichtschächter Graben zu Felsöbánya.
62	3.1	0.59	0.81	0.67	0.730	2.190	0.880	1.205					
63	3.1	0.59	0.76	0.844	1.661	3.648	2.370	1.426		Fig. 29.	Felsig.	Trockenes Mauerwerk.	Mdrani beim Wasser- graben oberhalb der verbauten Hütte zu Schmölnitz.
64	3.1	0.80	0.93	1.260	2.485	4.477	4.630	1.863					
65	3.2	2.50	0.510	0.510	1.658	4.266	4.629	2.791		Fig. 30.	Grober Schotter.	Lehmig Erdreich.	Butyka am Maguraer Bochwerksgraben.
66	3.2	2.35	1.003	1.003	3.397	5.330	11.888	3.499					
67	3.2	1.82	1.260	1.260	4.724	5.870	16.340	3.458					
68	3.2	2.06	1.570	1.570	5.990	6.766	23.20	3.873					
69	3.6	1.03	1.32	0.335	0.836	3.114	1.211	1.448		Fig. 31.	Trockenes Mauerwerk.		Gsch untere Graben- strecke nächst dem Tar- tarenschacht zu Kapnikbánya.
70	3.6	1.31	1.52	0.452	1.142	3.374	2.123	1.859					
71	3.6	1.35	1.51	0.540	1.380	3.552	2.800	2.029					
72	3.7	1.48	1.89	0.235	0.656	3.507	0.948	1.445		Fig. 32.	Sandig.	Erdreich.	Rauen am Wassergraben zwischen den Stadtgrunder Bochwerken Nr. 13 u. 14 zu Schemnitz.
73	3.7	1.65	1.89	0.344	1.069	3.771	2.043	1.911					
74	3.8	1.14	1.50	0.247	0.606	2.956	0.800	1.320		Fig. 33.	Trockenes Mauerwerk.		Gsch obere Grabenstrecke nächst dem Tartaren- schachte zu Kapnikbánya.
75	3.8	1.21	1.43	0.434	1.094	3.299	1.930	1.764					
76	4.0	1.44	1.53	0.611	2.451	5.221	5.680	2.317		Fig. 34.	Lehm.	Trockenes Mauerwerk.	Lipter am Wassergraben des Hammers Nr. 2 beim Dießgröner Eisenwerke.
77	4.0	1.24	1.23	1.101	4.405	6.201	11.686	2.652					
78	4.0	1.42	1.31	1.602	6.421	7.204	20.575	3.204					
79	4.1	0.72	0.96	0.39	1.856	6.110	2.366	1.275		Fig. 35.	Letten.		Mekler am Wasserlei- tungs-Graben der Mittel- walder f. f. Eisenhütte.
80	4.1	1.43	1.57	0.54	2.637	6.660	5.567	2.111					
81	4.1	1.10	1.23	0.67	3.428	7.170	6.974	2.034					
82	4.5	1.07	1.43	0.231	0.551	2.690	0.704	1.277		Fig. 36.	Trockenes Mauerwerk.		Schilla am Wasser- leitungsgraben der Libethner Eisenhütte.
83	4.5	1.60	1.68	0.628	1.430	3.380	3.303	2.310					
84	4.5	1.51	1.55	0.781	1.789	3.810	4.196	2.345					
85	4.9	2.53	2.73	0.313	0.710	2.888	1.575	2.218		Fig. 37.	Hölzernes Gerinne.		Lipter am Gerinne des neuen Hochofens beim Dießgröner Eisenwerke.
86	4.9	1.94	2.08	0.445	0.938	3.167	2.326	2.240					
87	4.9	2.87	2.62	0.727	1.652	3.729	5.285	3.235					
88	5.0	1.33	1.70	0.54	1.13	5.410	1.640	1.451		Fig. 38.	Letten.	Mauerung.	Zuche am Wassergraben des Beröspataker Versuchs-Bochwerkes.
89	5.0	1.10	1.38	0.75	1.62	5.830	2.470	1.524					
90	5.0	0.36	0.57	0.267	0.692	2.966	0.522	0.754		Fig. 39.	Sand und Geschiebe.	Mauerwerk.	Hornath am Rezbányaer Bochwerksgraben.
91	5.0	0.53	0.92	0.335	0.848	3.123	0.974	1.148					
92	5.0	0.92	1.34	0.540	1.388	3.541	2.619	1.886					
93	5.0	1.16	1.29	0.700	1.839	3.946	3.786	2.058					
94	5.0	2.54	2.30	0.865	2.285	4.222	7.658	3.351					
95	6.2	0.45	0.68	0.335	0.895	3.290	0.837	0.935		Fig. 40.	Trockenes Mauerwerk.		Rauen am Wassergraben zwischen den Stadtgrunder Bochwerken Nr. 13 u. 14 zu Schemnitz.
96	6.2	0.68	0.89	0.469	1.250	3.571	1.664	1.331					

Des Versuches	G e f ä l l e			T Wassertiefe	A Wasserweil	P Wasserweilometer	Q Wassermenge pr. Sec.	U = Q A berechnete mittlere Geschwin- digkeit pr. 1 Sec.	Form des Profils wie	Beschaffenheit		Benennung des Beobachters und des beobachteten Grabens.
	Gemessen	Berechnet nach								der Sohle.	der Seitenwände.	
		Kittelwein (I ₁)	Lotmeter (III ₂)									
Nr.	in 1000 der Längen.			Fuß.	□δβ.	Fuß.	δ. Fuß.	Fuß.				
97	7·8	3·56	3·40	0·340	1·569	5·190	4·629	2·950	Fig. 41.	Schotter.	Lehmig Erdreich.	Butyka am Magyaraer Pochwerks-Graben.
98	7·8	3·75	3·17	0·630	3·060	6·246	11·888	3·884				
99	7·8	3·76	3·09	0·786	3·920	7·000	16·34	4·168				
100	7·8	2·62	2·17	1·080	5·655	7·263	23·20	4·102				
101	12·1	2·60	3·19	0·180	0·168	1·319	0·267	1·592	Fig. 42.	Hölzerne Gerinne.		Kauen am hölzernen Gerinne zwischen den Stadtgründer Poch- werken Nr. 14 u. 15 zu Schemnitz.
102	12·1	3·45	3·79	0·226	0·237	1·430	0·503	2·122				
103	12·1	2·94	3·24	0·292	0·319	1·680	0·668	2·094				
104	12·1	13·7	10·60	0·313	0·351	1·764	1·669	4·755				
105	17·2	2·61	2·84	0·247	0·674	2·947	1·465	2·173	Fig. 43.	Mörtel. Mauerwerk.		Merzig am Hütten- graben zu Gzaska.
106	17·2	4·27	3·83	0·458	1·101	3·300	3·755	3·410				
107	21·0	6·13	5·66	0·270	0·453	2·220	1·444	3·187	Fig. 44.	Trockenes Mauerwerk.		Butyka am Leitgraben vom großen bis zum kleinen Teiche beim Magyaraer Werke.
108	21·0	12·2	8·51	0·566	0·982	2·850	5·824	5·930				
109	21·0	12·2	7·72	1·160	2·070	4·010	15·09	7·289				
110	21·8	42·45	19·86	0·700	2·788	5·382	38·169	13·69	Fig. 45.	Hölzernes Gerinne.		Reißacher beim Fluß des Poch- und Wasch- werkes zu Mauris.
111	21·8	37·3	16·92	0·820	3·276	5·620	43·62	13·93				
112	24·6	13·9	12·72	0·102	0·254	2·710	0·827	3·255	Fig. 46.	Hölzernes Gerinne.		Butyka am Gerinne bei dem Josefüttnler Pochwerke.
113	24·6	20·9	14·69	0·226	0·561	2·895	3·292	5·837				
114	24·6	39·3	22·66	0·293	0·732	3·100	6·484	8·857				
115	24·6	31·7	18·71	0·341	0·851	3·192	7·192	8·451				
116	24·6	32·45	18·41	0·407	1·015	3·320	9·300	9·162				
117	24·6	34·4	18·67	0·489	1·222	3·489	12·373	10·125				
118	34·3	49·3	29·91	0·232	0·229	1·501	1·824	7·965	Fig. 47.	Hölzernes Gerinne.		Bischoff am Rinnwerke des Schattberger Göpvel- Luetzsch- und Pochwerkes.
119	34·3	44·6	27·11	0·250	0·256	1·534	2·027	7·919				
120	34·3	49·08	27·04	0·370	0·394	1·724	3·841	9·748				
121	34·3	52·3	28·12	0·392	0·427	1·801	4·379	10·255				

Erläuterungen

zu der vorstehenden tabellarischen Darstellung der, über die Bewegung des Wassers in Kanälen (Wassergräben) abgeführten Versuche, nebst Entwicklung einer empirischen Formel zum Gebrauche bei Anlagen von Wassergräben und bei Wassermessungen.

Hast in allen wissenschaftlichen Aufzügen hat man der Entwicklung einer Gleichung zwischen Querschnitt, Perimeter, mittlerer Geschwindigkeit und Gefälle des in einem Kanale oder Graben fließenden Wassers folgende Betrachtungen zu Grunde gelegt.

Bei der gleichförmigen Bewegung des Wassers in einem regelmäßig angelegten Kanale wird die ganze auf die Länge = 1 entfallende Gefällshöhe oder das ganze Gefälle H zur Ueberwindung der Bewegungswiderstände verwendet, weil das Wasser ungeachtet seiner Bewegung über eine schiefe Ebene dennoch keine Geschwindigkeitszunahme erfährt, sondern mit derselben Geschwindigkeit fortfließt, mit welcher es zufließt. Das Gefälle ist daher geeignet als Maß für die auf die Länge = 1 entfallenden Bewegungswiderstände im Kanale zu dienen. Letztere sind aber abhängig

von dem Wasserperimeter P
dem Wasserquerschnitt A und
der mittleren Geschwindigkeit U,

und zwar:

1. Je größer P desto größer ist auch der Widerstand, welchen das Bett der Bewegung des Wassers in Folge seiner Adhäsion, Klebrigkeit oder Reibung entgegensetzt.

2. Da dieser, von P herrührende Widerstand in keiner eigentlichen Reibung, wie bei festen Körpern, besteht, sondern durch die Adhäsion der benetzten Fläche hervorgerufen wird, so theilt er sich den übrigen gegen die Mitte des Kanals liegenden Wassertheilen in abnehmender Progression mit. Es wird daher auf die Flächeneinheit ein um so kleinerer Theil davon entfallen, je größer A ist; daraus schließt man nun, daß die Bewegungswiderstände in einem verkehrten

Verhältnisse zu A stehen, also mit Rücksicht auf P mit dem Quotienten $\frac{P}{A}$ zunehmen.

3. Da bei n facher Geschwindigkeit des Wassers in derselben Zeit nicht nur n mal so viel Wassertheilen, sondern diese noch außerdem mit n facher Geschwindigkeit vom Umfange des Wasserprofils losgerissen werden, so wird hiedurch ein n^2 facher Widerstand verursacht, es nimmt also der Bewegungswiderstand mit dem Quadrate der Geschwindigkeit also mit U^2 zu.

Diesem gemäß setzen die italienischen Ingenieure noch immer

$$H = k \frac{P}{A} U^2$$

wo k einen Erfahrungscoeffizienten bezeichnet; wird der Meter als Maß-Einheit gesetzt, so hat man $k = 0.004$, wenn aber der Wien. Fuß die Einheit ist $k = 0.000126$ gefunden. Es hat sich aber bald ergeben, daß diese einfache Formel nicht für alle Fälle genügt, und man war daher bemüht mit Beibehaltung des Factors $\frac{P}{A}$ auf empirischem Wege eine allgemeine passende Formel aufzustellen. So hat Prony die Formel

$$H = \frac{P}{A} (a U^2 + b U)$$

zu Grunde gelegt, und die Coefficienten a und b wie folgt gefunden:

$$\left. \begin{array}{l} a = 0.000309314 \\ b = 0.00004450 \end{array} \right\} \text{ für das metrische Maß, oder}$$

$$\left. \begin{array}{l} a = 0.0000978 \\ b = 0.0000445 \end{array} \right\} \text{ für das Wiener Maß.}$$

Diese Coefficienten wurden von Göttelein auf Grundlage einer reichen Anzahl von Erfahrungen modificirt; derselbe hat:

$$\text{für das metrische Maß} \quad \left\{ \begin{array}{l} a = 0.0003655 \\ b = 0.0000243 \end{array} \right.$$

$$\text{also für das Wiener Maß} \quad \left\{ \begin{array}{l} a = 0.0001155 \\ b = 0.0000243 \end{array} \right.$$

bestimmt; diessnach ist nach Göttelein für das Wiener Maß

$$(I.) \dots H = \frac{P U}{A} (0.0001155 U + 0.0000243).$$

Anderer bemühten sich eine noch bessere Uebereinstimmung der Formel mit den Erfahrungsdaten Göttelein's zu erzielen, indem sie die Formel

$$H = k \frac{P}{A} U^m$$

zu Grunde legten. So findet Saint-Venant (Annales des mines T XX pag. 199) auf dem Wege der Wahrscheinlichkeitsrechnung

$$m = \frac{21}{11} \text{ und } \left\{ \begin{array}{l} k = 0.000401 \text{ für metrisches Maß} \\ k = 0.000141 \text{ für Wiener Maß} \end{array} \right.$$

und La hmeyer (Hörstler's Bauzeitung 1852 5. Heft)

$$m = \frac{2}{3}, \text{ und } \left\{ \begin{array}{l} k = 0.000361 \text{ für metrisches Maß} \\ k = 0.000203 \text{ für Wiener Maß.} \end{array} \right.$$

Die St. Venant'sche Formel

$$(II.) \dots H = 0.000141 \frac{P}{A} U^{\frac{11}{3}}$$

fällt mit der La hmeyer'schen

$$(III.) \dots H = 0.000203 \frac{P}{A} U^{\frac{2}{3}}$$

zusammen, für $U = 2.437$ Wien. Fuß, indem für diesen Werth beide

$$H = 0.0007723 \frac{P}{A}$$

geben, während die Göttelein'sche weniger, nämlich nur

$$H = 0.0007454 \frac{P}{A}$$

und die alte Prony'sche gar nur

$$H = 0.0006890 \frac{P}{A}$$

gibt.

Die Göttelein'sche fällt mit der La hmeyer'schen für 2 Werthe von U zusammen, für $U = 2.651$ und für $U = 0.017$ Wien. Fuß.

Da $U = \frac{Q}{A}$ ist, wenn Q die Wassermenge pr. 1 Secunde bezeichnet, so lassen sich die obigen drei Formeln auch so schreiben:

$$I_1 \dots H = \frac{P Q}{A^2} (0.0001155 \frac{Q}{A} + 0.0000243)$$

$$II_1 \dots H = 0.000141 \cdot P \sqrt[11]{\frac{Q^{21}}{A^{32}}}$$

$$III_1 \dots H = 0.000203 P \sqrt[5]{\frac{Q^3}{A^5}}.$$

Will man endlich aus einer dieser drei Formeln das Gefälle in 1000 Theilen der Länge, oder in Dezimallinien pr. 1° Grabenlänge bekommen, so ist:

$$I_2 \dots H = \frac{P Q}{A^2} (0.115 \frac{Q}{A} + 0.024)$$

$$II_2 \dots H = 0.141 \cdot P \sqrt[11]{\frac{Q^{21}}{A^{32}}}$$

$$III_2 \dots H = 0.203 P \sqrt[5]{\frac{Q^3}{A^5}}.$$

Der Mangel einer wissenschaftlichen Schärfe in der Entwicklung der ursprünglichen Formel

$$H = a \frac{P}{A} U^2$$

ist in die Augen springend. Die Folge davon ist, daß sie, so wie auch die andern ihr nachgeahmten Formeln, höchstens auf jene Fälle passen, die denen ähnlich sind, für welche die Coefficienten ermittelt wurden, daß sie aber auf eine Allgemeinheit keinen Anspruch machen können. Die Erfahrung hat dieß auch bei jeder Gelegenheit bestätigt. Ein Hauptgrund der Nichtübereinstimmung der Formeln mit der Erfahrung dürfte darin liegen, daß in denselben die Wassertiefe nicht direct berücksichtigt ist, während diese Größe erfahrungsgemäß auf die Bewegung des Wassers in Kanälen einen sehr großen Einfluß ausübt, und namentlich bei demselben Gefälle durch ihre Zunahme die Geschwindigkeit auffallend vergrößert.

Welchen großen Einfluß auf die Geschwindigkeit die Tiefe bei einem Strome ausübt, lehren die an unseren Hauptströmen gemachten Beobachtungen, denen zu Folge bei einem äußerst geringen Gefälle das Wasser darin so bedeutende Geschwindigkeit annimmt. Nach den darüber vorhandenen, wiewohl unvollständigen Zusammenstellungen (Gülse's Maschinen - Encyclopädie Band 2, pag. 214 und 215) hat z. B. die Donau bei Preßburg eine Geschwindigkeit von

5.8 Fuß u. ein Gefälle von bloß 0.36 Dec.

die Elbe bei Königsstein 5.0 " " " " " 0.21 "

der Rhein bei Koblenz 5.5 " " " " " 0.21 "

während in seichten Wassergräben bei Gefällen, die selbst 10 Linien erreichen, selten eine Geschwindigkeit von 5 bis 6 Fuß vorhanden ist.

Mit diesen Thatsachen stehen aber die obigen drei Grundformeln, und daher auch die daraus abgeleiteten drei Schlußformeln im offenbaren Widerspruche, denn nach allen dreien (I II III) bleibt beim gleichen Gefälle H die Geschwindigkeit U ungeändert, sobald der Querschnitt A und der Perimeter P sich nicht gleichzeitig ändern. Unter welchen

Bedingungen letzteres jedoch bei zwei rechteckigen Querschnitten stattfindet, läßt sich auf nachstehende Weise leicht ermitteln.

Bezeichnet a die Höhe eines Querschnittes (I) und ist die Höhe eines Querschnittes (II) n mal größer, also $= na$, so müssen, damit

$$P_I = P_{II} \text{ und}$$

$$A_I = A_{II} \text{ sei,}$$

die Grundlinien beziehungsweise xa und yna der beiden Rechtecke (I) und (II) nachstehenden zwei Gleichungen Genüge leisten: es muß nämlich wegen der gleichen Perimeter

$$2a + xa = 2na + yna$$

und wegen der gleichen Querschnitte

$$xa^2 = yn^2a^2$$

sein.

Wird nun, um aus den zwei Gleichungen die beiden unbekannten x und y zu ermitteln, x aus der zweiten Gleichung bestimmt:

$$x = yn^2$$

und dieser Werth in die erste Gleichung substituirt, so folgt:

$$2 + yn^2 = 2n + yn \text{ oder}$$

$$y(n-1)n = 2(n-1) \text{ also}$$

$$yn = 2 \text{ oder}$$

$$y = \frac{2}{n} \text{ daher } x = 2n.$$

Die beiden Querschnitte, bei denen

$$P_I = P_{II} \text{ und}$$

$$A_I = A_{II} \text{ ist,}$$

werden daher nachstehende Dimensionen erhalten: (I) die Grundlinie $2na$ und die Höhe a , dagegen II die Grundlinie $2a$ und die Höhe na . Es ist nämlich:

$$P_I = P_{II} = 2a + 2na = 2a(1+n) \text{ und}$$

$$A_I = A_{II} = 2na^2.$$

Setzt man die Höhe des ersten Rechteckes etwa $= 1$ Fuß, und macht die Höhe des zweiten Rechteckes z. B. 4mal größer als die Höhe des ersten, also $= 4$ Fuß, gibt man ferner der Grundlinie des Rechteckes I die 8fache Höhe oder $= 8$ Fuß, und jener des Rechteckes II die 2fache Höhe vom Rechteck I oder $= 2$ Fuß, so ist in beiden Rechtecken

$$\text{der Perimeter} = 10 \text{ Fuß und}$$

$$\text{der Querschnitt} = 8 \square \text{ Fuß.}$$

Den aufgestellten Formeln I, II und III zufolge, sollte also das Wasser in beiden Querschnitten, bei gleichem Gefälle, mit gleicher Geschwindigkeit fließen, was aber aller Erfahrung widerspricht, die lehrt, daß in der tieferen Grabenleitung das Wasser mit bedeutend größerer Geschwindigkeit sich fortbewegt, als in der seichteren. Die aufgestellten Grundformeln sind daher schon ihrer Form nach unrichtig.

Eine weitere Unrichtigkeit derselben liegt aber darin, daß bei Feststellung der Coefficienten fast durchaus keine directen Wassermessungen vorgenommen wurden, sondern daß man die Wassermenge meistens nach der Geschwindigkeit beurtheilt hat, die aber bekanntlich in jedem Punkte des Querschnittes verschieden ist, und sich selbst durch Anwendung von Corrections-Coefficienten nicht genau feststellen läßt. Nicht die Geschwindigkeit sollte den Gegenstand der unmittelbaren Erhebung bilden, sondern die Wassermenge, deren kubischer Inhalt durch directe Messung jedenfalls genau ermittelt werden kann.

Aus Anlaß der Unverlässlichkeit der bestehenden Formeln über die Bewegung des Wassers in Kanälen, und um zum praktischen Gebrauche bei Anlagen neuer Wassergräben wenigstens zahlreiche und ge-

naue Erfahrungsdaten über die Beziehungen der auf einander Einfluß nehmenden Größen zu erhalten, wurden im Jahre 1851 sämmtliche k. k. Montanwerke von dem damaligen k. k. Bergwesens-Ministerium aufgefördert bei allen zu diesem Zwecke geeigneten Wassergräben Erhebungen nach folgender Instruction vorzunehmen.

1. Die Untersuchungen haben sich nicht bloß auf Wassergräben von größerem Fassungsvermögen, sondern auch auf solche Wasserleitungen zu beziehen, die etwa $\frac{1}{4}$ Kub. Fuß Wasser pr. 1 Secunde fortleiten.

2. Die zu untersuchende Grabenstrecke soll wenigstens 20 — 30 Klafter lang sein, und auf dieser Länge ein regelmäßiges Gefälle und einen nahe gleichen Querschnitt besitzen, so daß das Wasser darin augenscheinlich eine gleichförmige Geschwindigkeit wahrnehmen läßt. Uebrigens ist es nicht nothwendig, daß die Strecke geradlinig ist.

3. Die Aufnahme des Grabenprofils hat an mehreren Punkten der zu untersuchenden Grabenstrecke, und zwar beiläufig in Entfernungen von 5 bis 10 Klafter zu erfolgen. Der Grabenlauf selbst kommt auf einer Situationskarte darzustellen, auf welcher auch die aufgenommenen Profile mittelst Querlinien anzudeuten und mit fortlaufenden Nummern zu bezeichnen sind.

4. Bei der Aufnahme der einzelnen Profile soll in folgender Weise vorgegangen werden: An den beiden Grabenufern sind zwei einander gegenüberstehende Pflöcke einzuschlagen, deren Köpfe genau in demselben Niveau liegen. Auf diese Pflöcke wird sodann eine Waglatte aufgelegt, deren untere Kante als Abseiffenlinie zu gelten hat, und mit einer Eintheilung versehen ist.

Die an schicklichen Punkten gemessenen Ordinaten in Verbindung mit den gleichzeitigen vorgemerkten Abseiffen liefern alsdann alle Daten, aus denen sich das betreffende Profil durch Zeichnung genau darstellen läßt. Das Niveau des Wasserspiegels wird für jeden Versuch besonders aufgenommen und in das Grabenprofil eingetragen.

Die Profile werden auf der Situationskarte in fortlaufender Ordnung und in größerem Maßstabe besonders verzeichnet und gehörig cotirt. Die einzelnen Dimensionen sind in Wiener Fuß und Dezimaltheilen eines Fußes anzugeben.

5. Den jeweiligen Höhenunterschied zwischen den Wasserspiegeln zweier benachbarten Profile, wird man am einfachsten dadurch ermitteln, daß man entweder die Köpfe aller Pflöckpaare in ein gleiches Niveau zu bringen sucht, oder aber mittelst einer Nivellirwage oder eines Nivellirinstrumentes die relative Höhe aller Pflöckpaare in voraus genau bestimmt, und dann den Abstand des Wasserspiegels von der Waglatte berücksichtigt. Die Höhenunterschiede sind wie gewöhnlich in Dezimaltheilen einer Wiener Klafter, d. i. in $\frac{1}{1000}$ Theilen der Länge auszudrücken, und bis auf Bruchtheile einer Dezimallinie genau zu bestimmen.

6. Sehr wichtig ist die Bestimmung der Wassermenge, welche der betreffende Graben während der Bernahme der Profils- und Gefällserhebungen pr. 1 Sec. fortführt. Diese Bestimmung soll durchwegs nur durch directe Messung in einem schicklichen Gefäße von bekanntem kubischen Inhalte unter gleichzeitiger Beobachtung der Einflußzeit bewerkstelliget werden; alle übrigen Methoden, als: durch den Ausfluß, durch den Ueberfall oder durch Hydrometer werden unbedingt ausgeschlossen, da man sich auf die Richtigkeit ihrer Resultate nicht mit voller Beruhigung verlassen kann. Zu dieser directen Messung wendet man am bequemsten größere parallelepipedische Kästen aus Bretern an, zu deren Füllung wenigstens 20 bis 30 Secunden erforderlich sind. Es darf dabei nicht außer Acht gelassen werden, daß vor und während

der Messung das Wasser im Graben sich im Beharrungszustande befinden. Wird daher z. B. das Wasser aus dem abgedämmten Graben durch ein Seitengerinne dem Wasserkasten zugeführt, so muß man es vorher durch längere Zeit zur Seite desselben wegfließen, und erst beim Beginne der Messung durch ein vorgeschobenes kurzes Gerinne in den Kasten hineinschütten lassen. Auf diese Weise kann man wohl Wassermengen von 8 bis 10 Kub. Fuß pr. Sekunde ohne erheblichen Schwierigkeiten bestimmen. Für größere Wassermengen muß jedoch dieses Verfahren dahin abgeändert werden, daß man das Wasser aus dem Hauptgraben statt durch eine, vielmehr durch mehrere nahegelegene Seitendöffnungen ableitet, welche zusammen genommen das ganze Wasser durchzulassen im Stande sind, jedes aber für sich nur so viel Wasser liefert, daß es in einem großen Wasserkasten mit Sicherheit sich messen läßt. Die Summe aus allen durch die einzelnen Ausflußöffnungen pr. Sekunde abfließenden Wassermengen gibt sodann jene des Hauptgrabens, vorausgesetzt, daß auch bei dieser Methode auf den Beharrungszustand gehörig Rücksicht genommen wurde. Die Wassermenge ist übrigens in Kub. Fuß anzugeben.

7. An einer und derselben Grabenstrecke sollen zwei bis drei Reihen von Untersuchungen bei verschiedenen Wassermengen vorgenommen werden, um vorzugsweise den Einfluß der Tiefe auf das Profil, und die von ersterer abhängige mittlere Geschwindigkeit kennen zu lernen. Unter der Tiefe wird der verticale Abstand der ebenen Bodenfläche vom Wasserspiegel verstanden. Die mittlere Geschwindigkeit erhält man aus der Division der Wassermenge durch das Profil.

8. Jedes Profil ist in Bezug auf die physische Beschaffenheit des Grabenbettes näher zu untersuchen, und es ist anzugeben ob das Bett aus Felsen, Letten oder Erdreich, oder aber aus trockenem oder Mörtelmauerwerk bestehe, oder endlich aus Holz (Gerinne) hergestellt sei.

9. Auch ist anzuführen, ob das Grabenwasser rein sei, oder Schlamm und Sand mit sich führe, und in letzterem Falle, wie viel Loth hiervon auf einen Kub. Fuß Wasser entfallen.

In der vorstehenden Tabelle sind nun die Resultate der bei verschiedenen Wassergräben in Folge dieser Aufforderung abgeführten Versuche zusammengestellt.

Bei der Zusammenstellung wurde folgender Vorgang beobachtet.

1. Alle Grabenstrecken deren Erhebungen erkennen ließen, daß sie die in der Instruction angeführten Eigenschaften nicht besitzen, oder daß man bei der Abführung der Versuche nicht mit der gehörigen Genauigkeit zu Werke gegangen ist, wurden von der Zusammenstellung ausgeschlossen. Längere Grabenstrecken, welche entweder ein sehr unregelmäßig vertheiltes Gefälle oder eine große Abweichung im Profile, oder sonst andere Verschiedenheiten wahrnehmen ließen, wurden darnach in passende Theile getheilt, und diese als einzelne Grabenstrecken bei der Zusammenstellung behandelt.

2. Jene Profile, welche man zu nahe am Ausfluß in den Wasserkasten angenommen hat, wurden bei der Zusammenstellung weggelassen, weil bei solchen Profilen die Bedingungen nicht vorhanden sind, unter welchen die Beobachtungen hätten angestellt werden sollen.

3. In der Tabelle erscheinen die Resultate der abgeführten Versuche bei den einzelnen Wassergräben nach dem gemessenen Gefälle und bei demselben Wassergraben für verschiedene Wassermengen nach der Wassertiefe geordnet.

4. Die Rubrik 2 enthält die wirklich gemessenen Gefälle in $\frac{1}{1000}$ der Länge, oder in Dezimallinien pr. 1^o Länge. Das Gefälle wurde aber erhalten, indem man die einzelnen Höhenunterschiede je

zweier beobachteter Profile in der ganzen für die Zusammenstellung bestimmten Grabenstrecke addirte, und durch die ganze Länge derselben Grabenstrecke dividirte.

In der Rubrik 3 befindet sich das nach der Formel

$$(I_2) H = \frac{PQ}{A^2} (0.115 \frac{Q}{A} + 0.024)$$

und in der Rubrik 4 das nach der Formel

$$(III_2) H = 0.203 P \sqrt{\frac{Q^3}{A^5}}$$

berechnete Gefälle.

5. In der Rubrik 5 sind die Wassertiefen T in Wien. Fuß zusammengestellt. Die daselbst befindlichen Größen sind das arithmetische Mittel aus allen in der betreffenden Grabenstrecke bei einem und demselben Wasserstande beobachteten Wassertiefen. Bei Wassergräben, deren Sohle der Quere nach keine gerade Linie bildet, bedeutet die Tiefe immer die verticale Entfernung des Wasserspiegels von dem tiefsten Punkte der Sohle.

6. Die Größen, welche sich in den Rubriken 6 und 7 befinden, sind ebenfalls das arithmetische Mittel aus allen in der betreffenden Grabenstrecke bei einem und demselben Wasserstande aufgenommenen Profilen und Wasserperimetern.

Hierbei muß bemerkt werden, daß bei der Bestimmung des Wasserperimeters von einigen Beobachtern irriger Weise zu dem benetzten Umfange des Grabens auch die Länge der Wasseroberfläche hinzugezählt wurde, welche nur mit der Luft in Berührung steht, und daher bei Windstille auf die Vermehrung des Reibungswiderstandes keinen wesentlichen Einfluß ausübt; diesen Fehler hat man aber bei der Zusammenstellung nach den Profilzeichnungen möglichst berichtigt.

7. In der Rubrik 8 befinden sich die durch directe Messung erhaltenen Wassermengen pr. 1 Sekunde.

8. Rubrik 9 enthält die mittleren Geschwindigkeiten, oder den Quotienten, welcher durch Division der Wassermenge Q durch das mittlere Wasserprofil A erhalten wird.

9. In der Rubrik 10 sind die Wasserprofile in einem gleichen Maßstabe von $\frac{1}{4}'' = 1'$ dargestellt, dort, wo auf einer und derselben Grabenstrecke mehrere Versuche bei verschiedenen Wassermengen abgeführt wurden, erscheinen die Wasserniveaus durch Linien angedeutet, welchen die Buchstaben a b c... beigelegt sind.

10. Aus den Rubriken 11 und 12 ist die physische Beschaffenheit des Bettes der beobachteten Wassergräben ersichtlich. Sowohl diese zwei Rubriken, als auch die folgende Rubrik Nr. 1 bedürfen keine weitere Erläuterung.

Die nähere Betrachtung der Tabelle, in welcher die abgeführten Versuche zusammengestellt sind, führt zu nachstehenden Bemerkungen:

1. Den abgeführten Versuchen liegen Wassergräben zu Grunde mit einem gemessenen Gefälle von 0.5 bis 34.3 Dec. Linien, in dieser Hinsicht haben also die Versuche einen ziemlich großen Umfang.

2. Die Wassermengen, bei welchen die Versuche abgeführt wurden, liegen zwischen den Grenzen von 0.22 Kub. Fuß (Nr. 36) bis 43.6 Kub. Fuß (Nr. 111); die größere Zahl der Versuche bezieht sich jedoch auf Wassermengen bis etwa 5 Kub. Fuß pr. 1 Sec.

In Bezug auf Wassermenge ist also der Umfang der Versuche nicht so groß, als es wünschenswerth wäre.

3. Die größte Wassertiefe beträgt 2.02', größere Tiefen hätten die Allgemeinheit der Versuchsergebnisse allerdings gefördert.

4. Die mittlere Geschwindigkeit des Wassers steigt nur bei zwei Versuchen bis nahe auf 14 Fuß, im Durchschnitte beträgt sie aber höchstens 4 Fuß. Es mag hier bemerkt werden, daß die Geschwindigkeit bei mehreren Wasserleitungen überdies auch mittelst des Schwimmers ermittelt wurde; die dießfälligen Ergebnisse sind aber fast durchgehends bedeutend größer, als die wirkliche mittlere Geschwindigkeit, welche sie in einigen Fällen um nahe 75% übertrifft; ein bestimmtes Verhältniß zwischen diesen beiden Geschwindigkeiten läßt sich aber nicht feststellen.

5. Das nach Cotelwein's Formel (I_3) berechnete Gefälle stimmt nur in den seltensten Fällen mit dem wirklich gemessenen Gefälle überein, fast durchaus ist das berechnete Gefälle kleiner als das gemessene; eine Ausnahme machen hiervon die beiden letzten Versuchsreihen, bei denen mehrere der berechneten Gefälle sich größer ergaben, als die gemessenen. Ueberdies bemerkt man, daß aus den einzelnen, in demselben Wassergraben abgeführten Versuchen, das Gefälle derselben oder vielmehr jenes des Wasserspiegels sehr abweichend sich berechnet.

6. Die Rahmeyer'sche Formel liefert bei kleineren Gefällen Resultate die besser mit der Wirklichkeit übereinstimmen; bei größeren Gefällen weichen jedoch dieselben um so mehr ab.

7. Auffallend ist bei allen Versuchen der Zusammenhang der mittleren Geschwindigkeit mit der Wassertiefe: je größer der Wasserstand in einem und demselben Graben, desto größer die Geschwindigkeit.

Trägt man die mittleren Geschwindigkeiten in verticale Rubriken ein, welche nach den Gefällen von halber zu halber Decimallinie fortschreiten, und ordnet dieselben überdies nach den zugehörigen von $\frac{1}{4}$ zu $\frac{1}{4}$ Fuß fortlaufenden Grabentiefen von Oben nach Unten, so wird man wahrnehmen, daß in zwei verschiedenen Gräben von gleichem Gefälle und gleicher Tiefe die mittleren Geschwindigkeiten U zwar nicht scharf genug übereinstimmen, immerhin wird man aber finden, daß bei gleichen Tiefen die Geschwindigkeiten mit den Gefällen, und bei gleichen Gefällen dieselben mit den Tiefen fortschreiten. Hält man dabei die am besten übereinstimmenden Resultate fest, und vernachlässigt die auffallend abweichenden Resultate als minder verläßlich, so wird man leicht zu Zifferreihen gelangen, nach welchen die mittleren Geschwindigkeiten einmal bei gleicher Tiefe mit dem Gefälle, das anderemal bei gleichem Gefälle mit der Tiefe fortschreiten.

Die nachstehende Tabelle stellt diese rektifizirten Reihen für Gefälle von 1 bis zu 10 Dec. Linien und für Tiefen von $\frac{1}{2}$ bis zu 2 Fuß anschaulich dar.

Mittlere Geschwindigkeit U .	Bei nachstehenden Gefällen H in Dec. Linien.									
	1.0	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bei nebeneinander liegender Tiefe in Fuß.	0.50	0.7	1.1	1.5	2.0	2.4	2.8	3.1	3.5	
	0.75	1.1	1.5	1.9	2.4	2.8	3.2	3.5	3.9	
	1.00	1.5	1.9	2.3	2.8	3.2	3.6	3.9		
	1.25	1.9	2.3	2.7	3.2					
	1.50	2.3	2.7	3.1						
	1.75	2.7	3.1	3.5						
Bei nebeneinander liegender Tiefe in Fuß.	2.00	3.0	3.4							

Aus der Betrachtung dieser Tabelle bemerkt man, daß die gleichen mittleren Geschwindigkeiten in diagonalen, geraden und parallelen Linien liegen, woraus sich ergibt, daß die empirische Gleichung, in welcher die Geschwindigkeit sich durch das Gefälle und durch die Tiefe ausdrücken lassen dürfte, nahe vom ersten Grad sein müsse.

Setzt man daher

$$U = mH + nT$$

und wendet zur Ermittlung der Werthe der beiden Coefficienten m und n die Methode der kleinsten Quadrate an, so findet man

$$(IV) \dots U = 0.355 H + 1.318 T$$

worin das Gefälle H in Decimallinien und T sammt U in Wien. Fußern ausgedrückt sind.

Man findet z. B.

$$\text{für } H = 3 \text{ Dec. Linien und}$$

$$T = 0.75 \text{ Fuß}$$

die mittlere Geschwindigkeit $= 2.0$ Fuß, während aus der obigen Tabelle für diesen Fall $U = 1.9$ Fuß gefunden wird, was sehr gut übereinstimmt.

Die so eben entwickelte empirische Formel (IV) ist äußerst bequem für die Anwendung, und liefert Resultate, welche mit den abgeführten Versuchen möglichst genau übereinstimmen. Diese Formel repräsentirt recht gut den Zusammenhang zwischen dem Gefälle und der Tiefe, und zwischen der Geschwindigkeit, denn U wächst mit H und T zugleich. Ihrer Entstehung zu Folge darf man aber dieselbe nicht zu weit über jene Grenzen anwenden, für welche sie entwickelt wurde, weil sie ja nur eine empirische Formel ist, und sich auf keine Theorie, sondern bloß auf die Gesetzmäßigkeit der Versuchsergebnisse gründet. So z. B. wäre es unrichtig, wenn man daraus schließen wollte, daß

$$\text{für } H = 0$$

$$U = 1.318 T \text{ sein müsse u. u.}$$

Die Anwendung der Formel IV zu praktischen Zwecken ist äußerst einfach und bequem, was am besten aus einem speziellen Falle entnommen werden kann.

Es wäre z. B. ein Graben anzulegen, in welchem höchstens 8 Kub. Fuß Wasser pr. 1 Sek. fortgeleitet werden sollen,

welches Gefälle,

welche Tiefe,

welche Breite

hat derselbe zu erhalten?

Um diese Größen zu bestimmen, muß man sich vorher über eine zweckmäßige mittlere Geschwindigkeit entscheiden. Wird der Graben in Erdreich angelegt, so thut man gut, die Geschwindigkeit nicht über $1\frac{1}{2}$ Fuß zu halten, weil sonst die Grabenwände bald ausgewaschen würden. Dieser Grenzwertb kann in einem solchen Graben höchstens für den Fall gewählt werden, wenn das Wasser sehr unrein und sandig ist, weil es dann daran liegt, daß der Sand von dem Wasser fortgetragen werde. Sonst begnügt man sich mit einer mittleren Geschwindigkeit von $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{4}$ Fuß.

Sind die Grabenwände aus Stein gemauert, so kann man die Geschwindigkeit höher halten, insbesondere dann, wenn das Mauermaterial gut, und die Mauerung in Mörtel ausgeführt ist; weil dann eine Auswaschung des Erdreichs hinter der Mauerung durch deren Fugen nicht leicht eintreten kann. Nach Beschaffenheit des Mauerwerkes kann man die mittlere Geschwindigkeit des Wassers in einem ausgemauerten Graben bis auf 4 Fuß und wohl auch darüber steigern.

Soll das Wasser in einem hölzernen Gerinne fortgeleitet werden, so ist man bei der Wahl der Geschwindigkeit am wenigsten beschränkt, und man kann dieselbe nach Umständen beliebig groß annehmen.

Wie weit man sich aber dem zulässigen Maximum der Geschwindigkeit nähern solle, darüber entscheiden zweierlei Umstände:

1. Die Deconomie mit dem Gefälle, denn je größer die Geschwindigkeit gewählt wird, desto größer muß, wenn man die Tiefe des Grabens nicht unverhältnißmäßig groß machen will, das Gefälle sein. Das übermäßige Gefälle des Wassergrabens geht aber für die Kraftmaschine größtentheils verloren. Wenn man daher Ursache hat mit der aufzubringenden Wasserkraft zu wirtschaften, was wohl meistens der Fall ist, so wird man die Geschwindigkeit nicht unnöthiger Weise zu hoch steigern.

2. Die Deconomie mit den Anlagskosten der Wasserleitung; je größer die Geschwindigkeit U gewählt wird, ein desto kleineres Profil $A = \frac{Q}{U}$ erhält das Wasser in dem Graben, desto kleinere Dimensionen können daher dem letzteren gegeben werden, und desto weniger wird seine Anlage kosten.

Die das Wasserprofil A bestimmenden Dimensionen sind die mittlere Breite B , und die Tiefe T , um deren Ermittlung es sich zunächst handelt, sobald die Geschwindigkeit U mit Rücksicht auf obige Andeutungen festgestellt ist.

Nehmen wir an, die Wasserleitung im vorliegenden speciellen Falle, soll in einem compacten Erdreiche ausgehoben werden, welches nur stellenweise gestaut zu werden braucht, und dieselbe soll höchstens in den scharfen Windungen in trockene Mauerung gesetzt werden, um das Ausfrühen der Grabenwände zu verhindern. Unter der Voraussetzung, daß das Wasser überdies Sand führt, kann man bei den vorhandenen Umständen dem Wasser eine mittlere Geschwindigkeit von $1\frac{1}{4}$ geben. Das Wasserprofil wird daher betragen

$$A = \frac{8}{1.25} = 6.4 \text{ Fuß.}$$

Bei Bestimmung der Tiefe des Profils muß berücksichtigt werden, daß diese Dimension, sobald einmal die Geschwindigkeit U festgestellt wurde, nur innerhalb bestimmter Grenzen gewählt werden könne, wie am deutlichsten aus der obigen Formel

$$(IV) \quad U = 0.355 H + 1.318 T$$

ersehen werden kann; aus derselben folgt nämlich:

$$1.318 T = U - 0.355 H.$$

$$(V) \quad T = 0.76 U - 0.27 H.$$

Es ist daher immer

$$T < 0.76 U.$$

Es nähert sich aber T um so mehr dem Werthe $0.76 U$, je kleiner das Gefälle H gewählt wird, ohne jedoch diesen Werth ganz zu erreichen; für den praktischen Gebrauch kann man auch schreiben

$$T < \frac{3}{4} U.$$

Da nun im vorliegenden Falle

$$U = 1\frac{1}{4} = 1.25 \text{ Fuß}$$

angenommen wurde, so muß

$$T < \frac{3}{4} \cdot 1.25 \text{ oder}$$

$$T < 0.94 \text{ Fuß sein.}$$

Um aber den bestimmten Werth für die Tiefe T zu erhalten, ist es notwendig sich über das Gefälle H zu entscheiden. Die vorausgeschickte Betrachtung, so wie insbesondere die Deconomie mit dem Gefälle gibt aber an die Hand, das Gefälle möglichst klein zu wählen; je kleiner aber H ist, desto größer fällt vermöge (V) die Tiefe T aus, ohne daß es $\frac{3}{4} U$ erreicht. Bei Wasserleitungen in Erde liegt es

darin, die Tiefe T nicht zu groß zu machen, um Unterspülungen vorzubeugen; man wird daher bei Gräben im Erdreiche das Gefälle mit gehöriger Rücksicht auf die Deconomie mit der Wasserkraft größer halten, als bei gemauerten Wasserleitungen, weil man bei letzterer die zulässig größere Geschwindigkeit durch die größere Tiefe erzielen kann. Im vorliegenden Falle wird ein Gefälle von 1 Dec. Linie genügen; man erhält daher, wenn man in (V) $U = 1.25$ und $H = 1$ substituirt

$$T = 0.76 \times 1.25 - 0.27 = 0.68 \text{ Fuß.}$$

Hieraus folgt nun die mittlere Breite

$$B = \frac{A}{T} = \frac{6.4}{0.68} = 9.4 \text{ Fuß.}$$

Bei Verminderung des Gefalles von 1 auf 0.5 Dec. Linien, ergibt sich für die Tiefe der Werth

$$T = 0.76 \times 1.25 - 0.27 \times 0.5 = 0.82 \text{ Fuß}$$

und für die Breite der Werth

$$B = \frac{6.4}{0.82} = 7.8 \text{ Fuß.}$$

Wir sehen hieraus, daß, so lange man wegen der Beschaffenheit des Grabenbettes gezwungen ist, dem Wasser eine kleine Geschwindigkeit zu geben, die Tiefe stets gering ausfällt, und daß das Wasserprofil stets ein in die Länge gezogenes Rechteck bilden muß.

Wollte man bei der anzulegenden Wasserleitung die große Breite des Grabens vermeiden, etwa weil das Gefälle, längs welchem sie geführt werden soll, zu steil ist, so müßte man die Geschwindigkeit des Wassers im Graben steigern und daher denselben zu diesem Behufe in Mauerung setzen, um so mehr, wenn das Terrain an und für sich nicht haltbar genug sein sollte.

Setzen wir die Geschwindigkeit des Wassers mit Rücksicht auf die anzuwendende Mauerung auf $2\frac{1}{2}$ Fuß, so ist das Profil

$$A = \frac{8}{2.5} = 3.2 \text{ □ Fuß,}$$

also nur halb so groß, als im ersten Falle. Für ein Gefälle $H = 1$ Dec. Linie folgt aus (V)

$$T = 0.76 \cdot 2.5 - 0.27 = 1.63 \text{ Fuß}$$

und für $H = 0.5$ Dec. Linie,

$$T = 0.76 \cdot 2.5 - 0.27 \cdot 0.5 = 1.72 \text{ Fuß.}$$

Daraus ergibt sich die Breite des Profils

$$\text{für den ersten Fall} \quad B = \frac{3.2}{1.63} = 2.0 \text{ Fuß}$$

$$\text{„ „ zweiten „} \quad B = \frac{3.2}{1.72} = 1.9 \text{ Fuß}$$

also bedeutend geringer als früher.

Es versteht sich übrigens von selbst, daß das Wasserprofil nicht wirklich ein Rechteck sein müsse, sondern daß die mittlere Breite auf ein dem berechneten Rechteck gleiches Trapez sich beziehe, ferner daß die gesundene Tiefe des Wasserprofils stets um etwa einen Fuß und darüber vermehrt werden müsse, um die Grabentiefe zu erhalten; weil sonst bei zufälliger Vermehrung des Wasserzuflusses der Graben übergeben würde, vorzüglich wegen des Grundeises, welches sich im Winter an der Grabensohle anlegt, und wodurch sich der Wasserspiegel bedeutend erhebt. Letzteres findet auch überdies statt, wenn Erdreich oder Steine in den Graben rollen, und überhaupt bei Verunreinigung desselben.

Einen weiteren Gebrauch gestattet die obige empirische Formel (IV) bei Wassermessungen. Kennt man das Gefälle eines Grabens oder erhebt dasselbe, und nimmt man die mittlere Tiefe T nebst dem mittleren Wasserprofil A an einem schicklichen Punkte auf, so liefert die Formel

$$(IV) \quad U = 0.355 H + 1.318 T$$

die mittlere Geschwindigkeit, und diese mit dem mittleren Profil A multipliziert gibt beiläufig die Wassermenge $Q = A U$.

Die empirische Formel mag nun bei Anlagen neuer Gräben zur Bestimmung ihrer Dimensionen und ihres Gefälles vor der Hand ihre Anwendung finden, bis es einem hierzu berufenen Gelehrten gelingen wird, die Bewegungsgesetze des Wassers in Kanälen aus den Naturgesetzen abzuleiten und in eine brauchbare Formel zusammen zu fassen.

P. Nittinger m. p.
f. f. Sectionsrath.

Ueber die Beziehungen, welche zwischen den Procentgehalten verschiedener Zuckerslösungen in Wasser, den zugehörigen Dichtigkeiten und den Aräometergraden nach Baumé stattfinden u. c. ;

von **A. F. W. Brir.** Berlin 1854*).

Unter diesem Titel sucht der Verfasser nachzuweisen, wie überaus nothwendig für das Gedeihen der Rübenzuckerfabrikation es sei, daß man eine möglichst genaue Vergleichung zwischen den durch das Baumé'sche Aräometer ermittelten Dichtheiten der Zuckerauflösungen und deren Procentgehalten an festen Substanzen besitze.

In dieser Ueberzeugung unternimmt er es sonach die angedeutete Vergleichung zu bearbeiten und betritt zu dem Ende — wieder überzeugt, daß seine Absicht, obwohl auf experimenteller Basis, dennoch nur durch rein wissenschaftliche Behandlung erreichbar sei — den Weg mathematischer Formeln, deren Richtigkeit er auch zu vertreten verspricht.

Auf solchem Wege ist demnach das vorliegende Werkchen zu Stande gekommen, und durch seine algebraischen Formeln und den Schein mathematischer Begründung in hohem Maße geeignet dem nicht näher unterrichteten Praktiker gewaltig zu imponiren.

Obwohl nun Referent in keiner Weise bezweifelt, wie ungemein willkommen dem Praktiker in der Zuckerfabrikation das in Aussicht gestellte Bequemlichkeitsmittel sein werde; so ist derselbe leider auf der andern Seite eben so vollständig überzeugt: daß das in der vorliegenden Schrift im Wege des Calculs herbei gezogene Hilfsmittel dem Zwecke nicht nur nicht entsprechen, sondern den Praktiker zu noch größern Abirrungen verleiten werde, als er bisher begehen konnte.

Die Wahrheit dieser Behauptung nachzuweisen, hält sich Referent nicht nur für berufen und berechtigt, sondern im Dienste der Wissenschaft sogar aus dem Grunde für verpflichtet, weil in neuerer Zeit auf dem Boden der Bequemlichkeitsliebe der Irrwahn — daß man irgend einen einzelnen Zweig des menschlichen Wissens isolirt, also mit Vernachlässigung aller übrigen Wissenschaften, studiren, und damit auch schon ein großer Mann werden könne — täglich tiefere Wurzeln schlägt; weil insbesondere viele Jünger der Mathematik diesem Irrthume verfallen, und — da sie Tag für Tag die wiederholte Erfahrung machen, daß 2mal 2—4 gibt — endlich sehr bald ein maßloses Selbstvertrauen acquiriren; weil sie diesem Wahne folgend gar bald auch aufgelegt werden, bei allem, was fleißige Männer in andern Zweigen der Wissenschaft geschaffen haben, als oberste Kunstrichter und Verbesserer zu fungiren, sobald daran nur irgend ein Häkchen zu finden ist, an welchem sich eine mathematische Formel anknüpfen läßt; weil sie aber bei solchem Beginnen — eben in Folge ihrer Ignoranz in allen übrigen

Zweigen des Wissens — in der Regel falsche Prämissen als bekannte Größen in ihre Formeln aufnehmen, und sodann — wie solches schon das Wesen der algebraischen Formel bedingt — bei ihren Mißgriffen festgehalten, das praktische industrielle Publikum mit falschen Resultaten in die Sackgasse führen; weil endlich — was unter allem Uebrigem das Nachtheilichste ist — der Praktiker durch wiederholte mißliche Erfahrungen solcher Art gegen alle mathematische Formeln mißtrauisch wird, und selbst die gediegensten Leistungen in diesem Felde, zum größern Nachtheile des industriellen Fortschrittes viele Jahre hindurch unbenützt an sich vorüber gehen läßt. — Doch zur Sache!

§. 1 der vorliegenden Schrift glaubt der Verfasser sich entschuldigen zu müssen, daß er den rein wissenschaftlichen Weg betritt.

Dieser Entschuldigung bedarf nach unserem Bedünken der rein wissenschaftliche Weg niemals, und wir würden uns hochbeglückt fühlen, wenn es gelingen sollte, alle unsere Erfahrungen und daraus gezogene Folgerungen auch mathematisch begründen zu können. — Aber wir sind auch der Meinung, daß man sich bei Versuchen solcher Art vor Ueber-eilungen sorgfältig zu hüten habe: denn immer und ewig werden die freien Functionen des gesunden Menschenverstandes — welcher ja auch dem Mathematiker zu seinen Formeln die Prämissen liefern muß — weiter ausreichen als der mathematische Calcul mit seinen — selbst nach Zuhilfenahme des unendlich Großen und Kleinen — immer noch treppenförmigen Zahlensystemen.

§. 2 bemerkt Hr. B. daß die Bearbeitung der Vergleichung von Baumé's Aräometergraden mit dem Zuckergehalte der Zuckerauflösungen keine leichte Aufgabe sei; weil bei der Auflösung des Zuckers im Wasser eine Contraction eintrete und eben darum die spec. Gewichte nicht dem arithmetischen Mittel aus den specifischen und absoluten Gewichten der Zuthaten gleich sein könnten; weshalb denn auch bei der Berechnung der obgedachten Vergleichung nothwendigerweise von einer experimentellen Grundlage, also von Erfahrungsdaten ausgegangen werden müsse.

So gewiß bei der chemischen Vereinigung heterogener Körper unter gewissen Umständen eine Contraction oder Verdichtung eintritt, eben so gewiß ist es aber auch sehr zu bedauern, daß Hr. B. die Rolle des Censors und Verbesserers übernahm, ohne sich vorher zu belehren über dasjenige, was in dieser Richtung bereits Eigenthum der Wissenschaft ist; denn hätte er dieß gethan, so würde er erfahren haben, wie Meißner bereits am Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts (s. die Aräometrie in ihrer Anwendung auf Chemie und Technik von P. T. Meißner, Prof. der Chemie am f. f. polytechn. Institute, II Theile. 1816. Gedr. bei den B. P. Meditaristen in Wien) — nach eifßrigen rastlosen Bemühungen — nebst der gedachten Contraction auch entdeckte: daß diese Contraction unter gewissen Umständen zur Expansion oder Dilation übergehe, und eben darum die Veränderungen des Volumens und der Dichtigkeit, selbst bei gleichförmig fortschreitenden Mischungsverhältnissen in den Verbindungen zweier Substanzen, eine parabolische Progression bilden müßten; ja daß das in diesen Progressionen sich aussprechende Gesetz, das Dilatations-Gesetz (s. d. Aräometrie §. 123—129*) — wie solches bereits durch Versuche mit den Verbindungen aus Zinn und Blei, und den Mischungen aus Wasser mit Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Ammoniak oder Alkohol (Aräom. §. 130 bis 241) nachgewiesen wurde —

*) In den Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen 1854 Seite 132. — Auch als besonderes Werkchen bei Grevius'scher Buchhandlung in Berlin.

*) Da dieses Werk nicht so sehr verbreitet ist und diese §§. den Bezug der in Rede stehenden Erscheinung an einem ziemlich allgemein bekannten Beispiele begründen, bei welchem nebstbei sehr häufig die Volumänderung oder Abweichung der mittlern specifischen Schwere der Mischung nicht vorhanden gedacht wird, so haben wir zur Bequemlichkeit der geneigten Leser am Schluß dieser Besprechung die angezogenen §§. abdrucken lassen. Von den

für jeden eigenthümlichen Körper ein anderes sei, und man daher mit demselben sehr vorsichtig umzugehen habe (Aräom. §. 128). — Was insbesondere die Ursache dieser auffallenden Gesetze anbelangt, so basiren sie auf einem andern gleichfalls vom Meißner aufgefundenen Naturgesetze, vermöge welchem die chemische Verwandtschaft heterogene Substanzen in zwei verschiedenen Modificationen verbindet: die aber in der ganzen Reihe der Verbindungsverhältnisse beide vorkommen, und in einander übergehend die parabolischen Progressionen erzeugen; wie solches Hr. B. in den Schriften Meißner's hätte einsehen können (Meißner's Neues System der Chemie B. I. §. 92 bis 117. — Im Auszuge auch in der Zeitschr. des österr. Ingenieur-Vereines Jahrg. 1854 Nr. 3 bis 8.)

Ununterrichtet also über alle diese im Wege der Erfahrung zur Anschauung gebrachten merkwürdigen und eigenthümlichen Verhältnisse, führt jedoch der Zufall den Verbesserungseifer des Hrn. B. gleichwohl jenen zur Ermittlung des Zuckergehaltes in wässriger Auflösung des Zuckers nach dem spec. Gew. gegebenen Vorschriften in den Weg, die Prof. Balling in Prag — der vieljährige und fleißigste unter allen Bearbeitern der Gährungschemie — auf den vom Prof. Meißner angehabten Wege fortschreitend, in seinem Werke über Gährungschemie Bd. I. S. 119 geliefert hat.

Ueberaus großmüthig spendet zwar Hr. B. dem armen Prof. Balling das wohlverdiente Lob, glaubt aber dennoch als mathematische Autorität fungiren, und Balling's Tabelle berichtigen zu müssen. — In dieser löblichen Absicht ermittelt er senach im Wege mathematischer Formeln und nach der Methode der kleinsten Quadrate (von S. 6 bis 10) die Fehler, welche Balling begangen haben soll, so wie sie (nach S. 10) in der hier folgenden Tabelle ersichtlich gemacht sind.

Procentengehalt an Zucker in Zuckerauflösungen.	Spec. Gew. der Zuckerauflösungen		Fehler, welche Balling begangen haben soll.
	nach Balling's Versuchen.	nach dem Calcul von Brix.	
0	1.0000	1.0000	0.0000
1	1.0040	1.0039	+0.0001
5	1.0200	1.0197	+0.0003
10	1.0504	1.0401	+0.0003
15	1.0614	1.0613	+0.0001
20	1.0832	1.0833	—0.0001
25	1.1059	1.1061	—0.0002
30	1.1295	1.1297	—0.0002
35	1.1540	1.1541	—0.0001
40	1.1794	1.1794	0.0000
45	1.2057	1.2056	+0.0001
50	1.2329	1.2328	+0.0001
55	1.2610	1.2609	+0.0001
60	1.2900	1.2899	+0.0001
65	1.3199	1.3199	0.0000
70	1.3507	1.3509	—0.0002

Ueberblickt man nun die hier als wahrscheinliche Fehler in der vierten Spalte verzeichneten Zahlen, so findet man sich dringend zu folgenden Bemerkungen angewiesen:

in den nächsten Zeilen citiren §. 130 bis 241 desselben Werkes, haben wir dagegen nur §. 183 und 184 beigelegt; weil sie ein interessantes Beispiel darüber enthalten, welche Vorsicht und Bedachtsamkeit notwendig ist, wenn man Gefährungsdaten, mit augenfälligen Fehlern behaftet, vermeintlich auf streng wissenschaftlichen und daher anscheinend gerechtfertigten Wegen corrigiren und der Wahrheit näher bringen will, und wie leicht auf diesem Wege statt der wohlgemeinten Verbesserung Fehler, und zwar größere Fehler eingeführt werden können, als jene sind, von welchen selten Beobachtungen und Messungen frei zu sein pflegen.

D. Med.

a) Wenn Prof. Balling wirklich Beobachtungsfehler begangen, woher weiß Hr. B. an welchen Punkten solches Statt gefunden hat? — Oder sind diese Punkte etwa durch das mathematische Motto: ich nehme an! ermittelt worden? — In diesem Falle wäre es ja möglich, daß sich Hr. B. vergiffen und gerade die verfehlten Zahlen Balling's als Anhaltspunkte seines Calculs gewählt und eben darum die nicht verfehlten Zahlen Balling's corrigirt und mithin eine Tabelle zu Stande gebracht hätte, die noch weiter von der Wahrheit abwich als die von Balling gelieferte.

b) Zu diesem Zweifel wird wohl Jeder hingewiesen, der es einseht: daß Hr. B. hauptsächlich bei jenen beiden Zahlen in Balling's Tabelle, welche den Zuckergehalt von 5% und 10% entsprechen, Anstoß nimmt und zur Correction veranlaßt wird; daß aber gerade diese Zahlen auch diejenigen sind, welche sehr deutlich auf das Vorwalten des von Meißner aufgefundenen und am ausführlichsten bei den Mischungen aus Alkohol und Wasser (s. d. Aräomation §. 127 — 214, Tabelle XXIV, XXVIII und XXXII) nachgewiesenen Dilatationsgesetze hindeuten; daß endlich auch der größte Chemiker seiner Zeit J. B. Richter in Berlin nur darum nicht bereits schon im letzten Decennium des vorigen Jahrhunderts der Entdecker jenes Gesetzes wurde weil er, der auch ein großer Freund der Mathematik war — aus lauter Respekt gegen mathematische Formeln — die schönen Resultate seiner eigenen Versuche nach der Norm einer geraden Progression corrigirte (s. d. Aräometrie §. 126—129, und. §. 184).

c) Zugegeben jedoch, die rectificirte Tabelle des Hrn. Br. sei vollkommen richtig, so wird es immer noch darauf ankommen zu ermitteln, was dabei für die praktische Saccharometrie gewonnen worden sei? — Wir finden, daß nach der eben gegebenen Tabelle des Hrn. Br. das Maximum des angeblichen Fehlers bei 5% Zuckergehalt = 0.0003 beträgt; welches also am Zuckergehalt auf eine Differenz = 0.076 eines Procentes deutet.

Bei 10% des Zuckergehaltes deutete der angebliche Fehler von 0.0003 des spec. Gewichtes, also auf 0.073 eines Procentes: höchst unbedeutende Differenzen! die jeder Praktiker — besonders wenn er weiß, wie sehr beirrend fremde Beimischungen auf das spec. Gewicht der Zuckerauflösungen wirken, und wie man folglich überglücklich ist, wenn man mit seinem Urtheile nur 0.001 das spec. Gew. erfragen kann — gerne übersehen, und dem Hrn. Br. das harmlose Vergnügen gestatten wird, als Verbesserer der Balling'schen Tabelle sich gütlich zu thun.

Wenn derselbe jedoch noch weiter gebet, wie solches in der vorliegenden kleinen Schrift wirklich geschieht; dann ist es die unerlässliche Pflicht wissenschaftlicher Vereine ernstlich einzuschreiten: denn diese haben doch wohl keinen andern Zweck, als die Wissenschaft und Industrie zu fördern, und insbesondere darüber zu wachen, daß bereits durch Wissenschaft eroberte Fortschritte nicht wieder durch unberufene Bereiligkeit in Rückschritte umgewandelt werden.

In diesem letzten Falle finden wir aber Hrn. Br., denn S. 12 legt derselbe, als Mitter des Baum'schen Aräometers, gegen das zur Ermittlung des Zuckergehaltes von Balling vorgeschlagene Procenten-Aräometer, so wie gegen alle Procenten-Aräometer überhaupt, seine Lanze ein; entläßt uns aber zuletzt dennoch mit der gnädigen Zurechtweisung: „daß sich nach der von Balling angegebenen Methode zwar noch sehr viele Procenten-Aräometer konstruiren ließen, von denen jedoch keinem in Bezug auf Zuverlässigkeit beim Gebrauche wesentliche Vorzüge vor den andern eingeräumt werden könnten: daß daher das mit Unrecht so vielfach — man möchte sagen ehrsüchtig — geschmähte Aräometer von Baum unter übrigens gleichen Umständen keinem andern derselben Art nachstehe.“

Gegen diese unverdiente Zurechtweisung können wir uns indessen glücklicherweise verwahren, da uns Hr. Br. unglücklicherweise zu dieser Absicht die erforderliche Waffe, durch die vorhin hervorgehobenen Worte selbst in die Hand gibt; denn gerade deshalb muß das Baumé'sche Aräometer den Procenten-Aräometern nachstehen, weil es sich mit diesen letztern nie unter übrigens gleichen Umständen befinden kann, wie solches aus folgenden näheren Auskünften hervorgehet:

1. Wenn der Sachverständige die Gradleiter eines Procenten-Aräometers construiren will, so bestimmt er — um allen Abweichungen des Gradbalkens von der Cylinderform zu entgehen — entweder hydrostatisch oder durch Einsenken des Aräometers in die betreffenden Flüssigkeiten, die Endpunkte und mehrere Zwischengrade der Gradleiter praktisch, und interpolirt sodann verhältnißmäßig die noch fehlenden Zwischengrade. Er schließt und theilet also aus dem Großen ins Kleine, und kann mithin nur kleine Fehler begehen.

Bei der Anfertigung des Baumé'schen Aräometers hingegen werden, durch Einsenkung in Wasser und Salzwasser nur zwei Punkte des Einsinkens ermittelt, der Raum zwischen Beiden wird in 10 gleiche Grade getheilt, und es werden dann noch 40 oder 50 und mehr solcher Grade in die Gradleiter aufgetragen. — Man schließt und theilet also aus dem Kleinen ins Große, und ist mithin auch größern Fehlern ausgesetzt. — Wie groß solche Fehler ausfallen können, wird Jedermann ermessen, wenn er weiß, wie unvermeidlich beim Ablesen der Grade im Meniscus der Flüssigkeit — besonders wenn auch Differenzen in der electrischen Ladung der Atmosphäre eintreten — die Abirrung um $\frac{1}{2}$ Linie ist; so zwar, daß schon aus diesem Grunde in den entferntern Theilen der Scala sehr leicht die Fehler auch einen ganzen Baumé'schen Grad betragen können.

2. Noch bei weitem schlimmer jedoch stellen sich die eben gerügten Gebrechen heraus, wenn man bedenkt: daß die Construction der Baumé'schen Gradleiter die cylindrische Form des Gradbalkens voraussetzt, und mit gleicher Entfernung der Grade auch gleiche Volume des Gradbalkens zu bezeichnen beabsichtigt; daß es aber unglücklicherweise keine cylindrische Glasröhren geben kann, solche Röhren schon bei ihrer Erzeugung immer mehr oder weniger die konische Form annehmen, weshalb denn auch gleich lange Abschnitte derselben keine gleiche Volume haben können; wie solches Meißner (Aräometrie S. 335 bis 343) auf das vollständigste nachgewiesen hat *).

Will man insbesondere wissen, wie weit das Baumé'sche Aräometer aus den hier bezeichneten Ursachen von der Wahrheit abweichen könne, so hat auch dieses Meißner (Aräometrie Tabelle XXIX und Kupf. V. Fig. 51) tabellarisch und graphisch nachgewiesen. Man findet dort die Vergleichung der Baumé'schen Grade mit den spec. Gewichten α (nach Gerstner) wie sie ausfallen würden, wenn der Gradbalken cylindrisch wäre, und dem gegenüber nach der Messung

*) Die zu Gradbalken dienenden Glasröhren durch Schleifen cylindrisch zu machen, dieß ist wohl manchem Mechaniker eingefallen; weil er gesehen hat, wie mittelst Kupfer und Schmirgel Röhren mit $\frac{1}{2}$ Linien dicken Wänden zu Kibellen und andern physikalischen Apparaten ausgeschliffen wurden. Allein auch dieser wird begreifen wie platterdings unmöglich solche Hexerei im vorliegenden Falle sei, wenn man ihn belehrt: daß das Aräometer leicht genug sein muß, um im Wasser schwimmen zu können; daß folglich die Glaswand der zum Gradbalken dienenden Röhre nicht einmal $\frac{1}{2}$ Linie betragen darf; daß aber sehr dünne Glasröhren etwas krumm gebogen und im Querschnitt statt kreisförmig elliptisch sind, und daß sie also am Ende aller Ende — auch abgesehen von den Folgen der Zerbrechlichkeit des Glases — beim Schleifen, noch ehe sie die Cylinderform erlangten, nicht nur löcherig, sondern auch lächerlich werden müßten

mit wirklichen Aräometern vorgenommen, β) von Gilpin, γ) von der holländ. medic. Facultät, und δ) von Bentley und Beck. — In dieser Vergleichung finden wir sonach das spec. Gew., z. B. des 51. Baumé'schen Grades nach $\alpha = 1.477$, nach $\beta = 1.547$, nach $\gamma = 1.549$, nach $\delta = 1.429$, welche abentheuerliche Differenz! — die im Max. nicht weniger als 0.120 des spec. Gew. oder 9° Baumé beträgt, und also einer Differenz im Zuckerhalte von nahe 17% gleichkommen würde.

3. Wollte man aber, trotz allen diesen mißlichen Verhältnissen, sich dennoch capriciren einen minder zweifelhaften gleichtheiligen Aräometer zu besitzen, so würde solches nur dann zu bewirken sein, wenn man bei der Anfertigung auch dieses Instrument — wie beim Procenten-Aräometer — zuerst die Endpunkte und einige Zwischengrade experimental bestimmte und durch Interpolirung die Gradleiter ergänzte.

Diesen Weg einzuschlagen wäre jedoch eine offenbare Thorheit, denn die gefundene Gradleiter wäre ja — in Folge der Theilung aus dem Großen ins Kleine — nicht mehr eine Baumé'sche. Sie wäre überdem noch, da sie auf willkürlich angenommene Anhaltspunkte basirt auch umständlicher für die Praxis, weil man bei ihrer Anwendung auch noch eine Hilfstabelle benöthigte, um zu finden, wie viel der gefundene Grad im spec. Gewichte oder Procentgehalte bedeute; während solches, wenn die Gradleiter für Procente oder das spec. Gewicht construirt wird, so wie Meißner solches (Aräometrie S. 347 bis 375) gelehrt hat, ganz einfach nur abgelesen werden dürfte.

4. Wollte man endlich dennoch gegen alle Vernunftgründe den gleichtheiligen Aräometer unter dem Namen des Baumé'schen Aräometers der praktischen Anwendung vindiciren, so würde dieses nur die aller nachtheiligsten Folgen nach sich ziehen; denn es ist vorauszusagen, daß die meisten Barometermacher die (oben 3) angezeigte mühsamere Methode zur Verfertigung gleichtheiliger Aräometer nicht befolgen werden, und der theoretisch weniger unterrichtete Praktiker fortwährend beim Ankauf des sog. Baumé'schen Aräometers der Gefahr ausgesetzt bleiben wird, jenen Täuschungen zur Beute zu werden, die oben (ad 2) nachgewiesen wurden. — Wie groß die Folgen solchen Irrthums, und wie sehr sie dem Eindringen wissenschaftlicher Eroberungen ins praktische Leben hinderlich sind, das weiß nur derjenige zu ermessen, der selbst praktisch gewirkt hat, und eben darum in diesem Felde vollkommen orientirt ist.

Gleichwohl unternimmt es aber Hr. Briz die Anwendung des Baumé'schen Aräometers in der Praxis wieder zu empfehlen, indem er zugleich (S. 13 bis 22 seiner Schrift) zwei Tabellen liefert, nach welchen er einmal aus den Baumé'schen Graden den Procentgehalt an Zucker, das anderemal aus dem Zuckerhalte das spec. Gew. der Flüssigkeit und die Baumé'schen Grade derselben ersehen lassen will.

Betrachtet man diese Tabellen näher, so wird man unwillkürlich auf die Meinung geführt, daß Hr. Br. bei der Ausmittlung der den Baumé'schen Graden entsprechenden spec. Gewichte der holländischen medic. Facultät gefolgt ist (M. Aräom. Tabelle XXIX, Spalte 5); dennoch aber auch seine Corrections-Methode — wie bei Balling's Tabelle — zur Anwendung gebracht hat.

Was werden nun die Folgen der uns vorliegenden Broschüre sein? Gewiß keine andern, als: daß gar mancher Praktiker, der schon einigermaßen vom alten Köhlerglauben an das Baumé'sche Aräometer genesen war — durch die algebräische Autorität eingeschüchtert — wieder recidiv werden, und durch Gebrauch dieses unzuverlässigen Hilfsmittels vor jedem industriellen Fortschritte abgelenkt wird, den er im andern Falle auf dem Wege der Erfahrung hätte erwerben können.

Soll jedoch diesem großen Uebel gesteuert werden, so muß man dem praktischen Industriellen ernstlich rathen, dem höchst unzuverlässigen

Baumé'schen Aräometer gänzlich zu entsagen, und — wenn er sich mit beiläufiger Annäherung zur Wahrheit begnügen will — zum Aräometer nach Prozenten oder nach dem spec. Gewichte überzugehen, oder — wenn er größere Genauigkeit beabsichtigt — zu jener Methode sich hinwenden möge, die auch Balling befolgt hat (Aräom. S. 96).

Wer aber über irgend einen Gegenstand sein Urtheil so bestimmt ausdrückt, wie es hier der Verfasser dieser Zeilen sich erlaubt hat, der darf wohl kaum anonym bleiben. Er erklärt daher, daß er — obwohl er im Alter von 77 Jahren mit der Welt bereits abgeschlossen hat, und also wissenschaftliche Balgereien sehr wohl entbehren kann — daß er sich zu diesem Schritte — als Mitglied eines wissenschaftlichen Vereines, im Dienste der Wahrheit verpflichtet hielt, und sich nennet

P. I. Meißner,

em. k. k. Professor der Chemie.

Hierzu als Anhang einige der citirten §§. aus „P. I. Meißner's Aräometrie in ihrer Anwendung auf Chemie und Technik“ und zwar: aus dem Abschnitte auf Seite 57

Beurtheilung der Massenverhältnisse in zusammengesetzten Körpern nach ihrem specifischen Gewichte.

§. 123.

So wie man aus der Verschiedenheit des specifischen Gewichtes im Allgemeinen die Gerechtigkeit oder Verfälschung der Körper mit andern Materien erkennen kann, eben so lassen sich im Besondern aus der Größe dieser Verschiedenheit, unter gewissen Bedingungen, in vielen Fällen auch die Massenverhältnisse der Bestandtheile in zusammengesetzten Körpern beurtheilen; denn nicht nur wird jede Mischung aus zwei Materien von verschiedenen specifischen Gewichten selbst ein specifisches Gewicht besitzen, welches geringer ist, als das specifische Gewicht des schwereren, und größer als das des leichteren Bestandtheils, sondern dasselbe wird auch um so viel größer oder geringer sein, als mehr von dem schwereren, oder mehr von dem leichteren Bestandtheile in der Mischung enthalten ist; und man kann folglich, wenn die specifischen Gewichte der einzelnen Bestandtheile bekannt sind, aus dem Verhältnisse, in welchem diese zum specifischen Gewichte der Mischung stehen, auch auf das quantitative Verhältniß jener Bestandtheile schließen.

§. 124.

Archimedes, ein Grieche, der um das Jahr 3770 nach Erschaffung der Welt lebte, wird in der Geschichte als der Gründer dieser Methode, die Massenverhältnisse in gemischten Körpern zu erforschen, angeführt. Ein Anverwandter desselben, der König Hieron von Syrakusa, hatte ihm nämlich eine goldene Krone übersendet, damit er untersuchen möchte, ob sie aus unverfälschtem Golde verfertigt sei oder nicht? Diese Aufgabe, die bis auf unsere Zeiten den Namen des Archimedesischen Problems behalten hat, lösete er durch eine hydrostatische Untersuchung, indem er die in der Luft 18 Pfund wiegende Krone auch unter dem Wasser wog, und ihren Gewichtsverlust = 1½ Pfund fand. Da nun nach seinen Erfahrungen 18 Pfund reinen Goldes während dem Sinken in das Wasser nur 1 Pfund, eben so viel Punkte reinen Silbers aber 1½ Pfund von ihrem Gewichte verloren hatten, so schloß er aus dem Verhältnisse dieser Gewichtsverluste gleicher Mengen zum Gewichtsverluste der Krone auch auf ihre Bestandtheile und brachte durch Rechnung heraus, daß der Künstler zu ihrer Verfertigung nur 6 Pfund Gold und 12 Pfund Silber verwendet habe. Archimedes gründete, wie man aus der Auflösungsformel seines Problems selbst unterrichtet wird, sein Urtheil auf die Voraussetzung, daß die Volumina beider Metalle während der Vermischung keine Veränderung erleiden könnten, und folglich das Volumen der Mischung genau so groß bleiben werde, als die Summe der Volumina des Goldes und Silbers vor der Mischung gewesen sei.

§. 125.

Wenn diese Voraussetzung durch die Erfahrung wirklich bestätigt würde, so wäre allerdings nichts leichter, als aus den bekannten specifischen Gewichten der Bestandtheile das specifische Gewicht einer zu machenden Mischung vorher zu sagen, oder aus dem specifischen Gewichte einer Mischung das gegenseitige Verhältniß der Bestandtheile zu beurtheilen; denn man bedürfte bloß der Proportional-Rechnung, und könnte, wenn z. B. zwei Mate-

rien, deren specifische Gewichte = 3 und = 1 wären, zu gleichen Theilen mit einander vermischt werden sollten, mit Gewißheit voraus bestimmen, daß sich nun das beiderseitige Gewicht gleichförmig in die Masse vertheilen, und folglich die Mittelzahl aus jenen Größen = 2 das specifische Gewicht der Mischung sein werde. Eben so würde man auch umgekehrt aus dem specifischen Gewichte einer Mischung = 2 den Schluß ziehen, daß sie aus gleichen Theilen jener beiden Materien bestehe, und nach dieser Regel auch alle übrigen Mischungsverhältnisse beurtheilen können.

§. 126.

Allein in der Erfahrung wird jene Voraussetzung nur höchst selten bewährt gefunden. In den meisten Fällen nehmen die Mischungen andere Capacitäten für den Wärmestoff an, als die ihrer einzelnen Bestandtheile vor der Vereinigung gewesen sind; woraus denn folgt, daß auch ihre Volumina der Summe der Volumina jener Bestandtheile vor der Vermischung nicht gleich sein können. Ja, die Ordnung, in welcher diese Volumens-Veränderungen erfolgen, ist sogar nicht in allen Fällen dieselbe, sondern sie unterliegt beinahe eben so vielen Abänderungen, als Mischungen und Mischungsverhältnisse denkbar sind. Einige Mischungen nehmen eine geringere Capacität für den Wärmestoff an, als ihren Bestandtheilen vor der Verbindung eigen gewesen ist, und sinken daher, indem sie einen Theil jenes Wärmestoffes, der vorher ihre größere Ausdehnung bewirkt hat, verlieren, in ein kleineres Volumen zusammen. Andere hingegen gewinnen an Capacität für den Wärmestoff und dehnen sich folglich in größere Räume aus, als ihre Bestandtheile vor der Vereinigung eingenommen hatten. Im ersten Falle geht die überflüssig gewordene Wärme auf die die Mischung umgebenden Gegenstände über und bewirkt das Phänomen der fühlbaren Wärme; im zweiten Falle hingegen raubt die neue Mischung den zunächst gelegenen Körpern ihre freie Wärme, und erregt Kälte. In allen Fällen endlich finden diese Erscheinungen in größerm oder geringerm Maße Statt, je nachdem die Capacitäten für den Wärmestoff mehr oder weniger verändert worden sind. Zugleich mit diesen Volumens-Veränderungen werden aber verhältnißmäßig auch die specifischen Gewichte der Körper verändert; denn sobald irgend eine Masse bei unverändertem absolutem Gewichte eine größere Ausdehnung erhält, muß sie nothwendig in gegebenem Raume weniger wiegen, d. i. specifisch leichter sein als vorher; so wie sie im Gegentheile, wenn sie unter eben jener Bedingung in ein kleineres Volumen zusammen gezogen wird, bei ebenfalls bestimmter Ausdehnung ein größeres Gewicht besitzen, d. i. specifisch schwerer sein wird.

§. 127.

Die Beurtheilung der Massenverhältnisse in zusammengesetzten Körpern durch die Mittelzahl aus den specifischen Gewichten der einzelnen Bestandtheile, oder durch das Archimedesische Problem, kann also nicht Statt haben; sie würde zu vielen Irrungen führen, die, wie man in der Folge einzusehen Gelegenheit finden wird, je nach Umständen sogar 10 bis 16 Prozent der ganzen zu beurtheilenden Masse betragen könnten. Zwar haben die Gelehrten verschiedener Zeiten diesem Fehler dadurch abzuhelfen gesucht, daß sie, zugleich mit den specifischen Gewichten der Bestandtheile, auch die Verdichtung oder Ausdehnung derselben während der Vermischung, in Rechnung nahmen. Sie haben zu dieser Absicht die Volumensveränderungen einiger Mischungsverhältnisse praktisch untersucht, und dann aus diesen einzelnen Erfahrungen die Verdichtung oder Ausdehnung auch für alle übrigen Mischungsverhältnisse durch die Proportional-Rechnung gefolgert, und zum Gebrauche für andere Fälle in tabellarischer Form aufgezeichnet. Aber die Bearbeiter solcher Rechnungen sind dabei oft in denselben Fehler verfallen, den man mit Recht ihrem Urvater Archimedes zur Last legt, indem sie, gleich ihm, auf eine Voraussetzung gebaut haben, die durch die Erfahrung nicht bestätigt wird. Sie haben nämlich vorausgesetzt, daß jene Volumens-Veränderungen, gleichmäßig mit den Massenreihen, nach regelmäßig aufsteigenden oder abfallenden Progressionen vor sich gehen müßten, was jedoch keinesweges der Fall ist; denn dieselben Materien, nach verschiedenen Proportionen gemischt, erleiden durch die gerade Reihe aller Mischungsverhältnisse so verschiedenartig abwechselnde Volumens-Veränderungen, daß diese in Zahlen ausgedrückt immer parabolische, d. i. abwechselnd bald aufsteigende, bald abfallende Progressionen bilden, die folglich aus einzelnen Stützpunkten durch die Proportional-Rechnung nicht aufgefunden werden können.

§. 128.

Das Gesetz, nach welchem diese Volumens-Veränderungen vor sich gehen, und welches ich künftighin um der Kürze willen das Dilatations-

Gesetz nennen werde, kennen wir zwar bis jetzt noch nicht genau; aber gewiß ist daselbe dem Naturkundigen überaus wichtig, und alle Untersuchungen über daselbe versprechen, wenn einmal die entfernten Ursachen, um de-rentwillen dieses Gesetz in so mannigfaltig abwechselnden Formen erscheint, erforscht, und diese Formen alle auf eine allgemeine Regel zurück geführt sein werden, eine reiche Ausbeute für die Erweiterung unserer Kenntnisse. Dann wird es auch an der Zeit sein, die erste glückliche Idee des scharfsinnigen Forschers Archimedes mit günstigem Erfolge in Ausübung zu bringen, und a priori auf die specifischen Gewichte zu machender Mischungen, so wie auf die Massenverhältnisse solcher Mischungen zu schließen, die noch nie absichtlich zusammen gesetzt worden sind. Bis dahin aber bleibt uns kein anderer Ausweg übrig, als, jenes Dilatations-Gesetz auf dem Wege der Erfahrung zu erforschen, d. i. von allen jenen Materien, die wir in gegenseitiger Mischung beurtheilen lernen wollen, die Mischungen nach allen Verhältnissen wirklich zu machen, ihre specifischen Gewichte zu prüfen und aufzuzeichnen, und nur dann erst, nach diesen Erfahrungen auch andere eben dieselben Materien enthaltende Mischungen zu beurtheilen.

§. 129.

Die Naturforscher der neueren Zeit haben für diesen Zweck bereits mehrere Versuche unternommen, die aber mehr oder weniger gelungen sind, je nachdem sie sich dabei mehr oder weniger an die Erfahrung gehalten, oder mehr und weniger durch Rechnung ergänzt, oder wohl gar zu verbessern gewöhnt haben. Auch ich habe diesen überaus mühsamen und langwierigen Arbeiten einen großen Theil meiner Zeit gewidmet, und nach und nach Untersuchungen über die Dilatations-Gesetze der Mischungen aus Zinn und Blei, Schwefelsäure und Wasser, aus Salpetersäure, Salzsäure, Ammoniak und endlich aus Alkohol und Wasser vorgenommen, die ich den nachfolgenden Beispielen, zur Beurtheilung der Massenverhältnisse in zusammengesetzten Körpern, zum Grunde legen werde. Bei allen zu dieser Absicht unternommenen Versuchen habe ich es mir zum unwandelbaren Gesetze gemacht, die specifischen Gewichte der Mischungen, selbst wenn mir der Gang der Dilatations-Gesetze beeinträchtigt zu sein schien, gerade so anzuschreiben, wie ich sie fand, mir aber durchaus keine, weder arithmetische, noch geometrische Berichtigungen zu erlauben, und ich hoffe auf diesem Wege der Wahrheit sehr nahe gekommen zu sein. Zwar können sich eben dadurch in die von mir entworfenen Tabellen auch einige aus praktischen Fehlern, die ich menschlicher Weise begangen haben dürfte, entsprungene Abirrungen einschlichen haben, aber diese werden immer kleiner sein und unsere Begriffe weniger irre führen, als die Produkte allezeit geschäftiger Rechenfedern so oft schon gethan haben.

Aus dem Abschnitte Seite 81:

f. Beurtheilung der Massenverhältnisse in Mischungen aus Alkohol und Wasser, nach den specifischen Gewichten.

§. 183.

Der seit einigen Jahrhunderten nicht nur in den Künsten und Gewerben, sondern selbst im gemeinen Leben und fast in allen Haushaltungen überaus nehmende Verbrauch der unter so mannigfaltigen Benennungen vorkommenden Mischungen aus Alkohol und Wasser hat in den früheren Zeiten schon eine Menge von Versuchen zur Beurtheilung ihrer Massenverhältnisse veranlaßt. Allein da sich der Alkohol mit dem Wasser sowohl, als mit andern Flüssigkeiten in allen Verhältnissen mischen läßt, und in diesen Mischungen dann die Massenverhältnisse nicht wie bei den sauren, alkalischen und überhaupt salzigen Flüssigkeiten durch gegenwirkende Mittel erforscht werden können, so blieben jene Versuche eine geraume Zeit hindurch sehr unvollkommen und schwankend, und wuchsen eben darum zu einer solchen Menge heran, daß ihre vollständige Aufzählung viele Blätter füllen könnte. Ich werde daher, indem ich alle diese Versuche mit Stillschweigen übergehe, bei jener Methode, die unter allen allein unserer Aufmerksamkeit würdig ist, nämlich bei der Beurtheilung nach dem specifischen Gewichte stehen bleiben, und in der Voraussetzung, daß meine eigenen Versuche den von Andern vorgenommenen an Richtigkeit nicht nachstehen werden, auch hier nur diese näher beschreiben, und auf dieselben die Methode jener Beurtheilung zu gründen suchen.

§. 184.

Die beiden nunmehr verewigten Chemiker Richter und Lewis*) gehören unstreitig zu den ersten gründlichen Bearbeitern dieses Gegenstandes,

*) Richter über die neuern Gegenstände der Chemie St. 8 v. Grell's Annalen 1797.

und wenn ihre Tabellen über die specifischen Gewichte der Mischungen aus Alkohol und Wasser in manchen Fällen unrichtig sind, so können diese Mängel nicht so sehr begangenen Fehlern bei den Versuchen selbst, als vielmehr dem Umstande zugeschrieben werden, daß auch diese beiden Gelehrten durch die Voraussetzung, es müsse bei solchen Mischungen das Dilatations-Gesetz eine gerade Progression bilden, oder ihr doch nahe kommen, irre geleitet worden sind. Wirklich findet sich, wenn man die von ihnen hinterlassenen Data sorgfältig untersucht, daß beide auf diese Art gefehlt haben; denn der Erstere folgerte aus wenigen Anhaltspunkten mit Hülfe der Rechnung alle übrigen Glieder für seine Tabelle; und Letzterer hing so fest an der Voraussetzung einer geraden Progression, daß er, seine eigenen Erfahrungen bezweifelnd, die Resultate sehr umständlicher und zahlreicher Versuche, die unverändert schon damals eine zuverlässige Vergleichungstafel hätten liefern können, nach der Norm einer geraden Progression corrigirte, und eben dadurch mehr oder weniger von der Wahrheit abgeleitet wurde. Niemand kann willfähriger sein, solche Irrungen zu entschuldigen, als derjenige, der selbst ähnliche Untersuchungen vorgenommen und also bemerkt hat, wie leicht es sei, in einem neuen Felde an seinen eigenen Erfahrungen, wenn diese den vorgefaßten Meinungen widersprechen, zum Zweifler zu werden. Ich bin von dieser Wahrheit so sehr überzeugt, daß ich fest glaube, ich selbst würde als erster Bearbeiter in jenen Fehlern verfallen sein, wenn ich nicht durch die Irrungen meiner Vorgänger, die ich bei dem oft wiederholten Gebrauche ihrer Tabellen entdeckt hatte, gewarnt, zu neuen Versuchen veranlaßt, und am Ende vollkommen überzeugt worden wäre, daß die Dilatation fast aller Mischungen nach den Gesetzen mehr oder weniger parabolischer Progressionen (§. 127) vor sich gehe, und daß also jene Abweichungen von den geraden Progressionen, die wohl auch mir selbst, bei meinen ersten eigenen Versuchen, von Fehlern in der Ausführung herzurühren schienen, in den Gesetzen der Natur begründet seien und also nicht abgeändert werden dürften.

[Ueber das Aluminium;

von H. Sainte Claire Deville und Chapelle.

Wöhler hat das Aluminium zuerst dargestellt, indem er das Chlorid desselben durch Kalium zerlegte. Er erhielt es nicht, wie Deville angibt, bloß pulverförmig, sondern auch in compacten und geschmeidigen Blättchen. Deville theilt nun über das Aluminium Folgendes mit:

Durch gehörige Abänderung des besagten Processes kann man die Zerlegung des Chloraluminiums so reguliren, daß ein Glühen entsteht, welches hinreicht, die Metalltheilchen zu Kügelchen zu vereinen. Wenn man das Gemenge von Aluminium und Chlornatrium (statt Kalium ist besser Natrium anzuwenden) in einem Porzellantiegel bis zur lebhaften Rothgluth erhitzt, so verfliegt das überschüssige Chloraluminium, und es bleibt eine sauer reagirende Salzmasse, inmitten welcher sich mehr oder weniger große Kügelchen von vollkommen reinem Aluminium befinden.

Dieses Metall ist so weiß wie Silber, schmiede- und dehnbar im höchsten Grade. Bei der Bearbeitung fühlt man indeß, daß es mehr Widerstand leistet, und daß seine Zähigkeit muthmaßlich der des Eisens nahe kommt. Man kann es härten und wieder anlassen. Sein Schmelzpunkt ist wenig verschieden von dem des Silbers. Seine Dichte ist 2,56. Man kann es an der Luft schmelzen und ausgießen, ohne daß es sich merklich oxydirt. Es leitet Wärme sehr gut. An trockener oder feuchter Luft ist das Aluminium vollkommen unveränderlich; es läuft nicht an und bleibt neben frisch abgeschabtem Zink oder Zinn glänzend. Gegen die Wirkung des Schwefelwasserstoffes ist es unempfindlich. Kaltes Wasser wirkt nicht auf dasselbe; siedendes ebenfalls nicht. Auch verdünnte oder concentrirte Salpetersäure, sowie verdünnte Schwefelsäure, kalt angewandt, hat keine Wirkung auf dasselbe. Das wahre Lösemittel desselben ist Chlorwasserstoffsäure. In

Chlornasserstoffgas bis zum Rothglühen erhitzt, bildet sich trockenes und flüchtiges Aluminiumchlorid.

Ein wie Silber weißes und unveränderliches Metall, welches an der Luft nicht anläuft, welches schmelzbar, schmiedbar, geschmeidig und zähe ist, dabei die sonderbare Eigenschaft einer größeren Leichtigkeit als Glas besitzt, würde begreiflich von vielem Nutzen sein können, wenn man es leichter darzustellen vermöchte. Erwägt man überdies, daß dieses Metall in bedeutender Menge in der Natur vorkommt, indem sein Mineral der Thon ist, so muß man es wünschen, daß es nützlich werde. Deville meint allen Grund zu haben dieß zu glauben, denn das Chloraluminium wird nach ihm in hoher Temperatur von den gewöhnlichen Metallen mit merkwürdiger Leichtigkeit zerlegt, und eine Reaction dieser Art, die er in größerem Maßstabe bewerkstelligen will, wird die Aufgabe unter praktischem Gesichtspunkte lösen.

(Annalen der Physik und Chemie.)

Chapelle will das Aluminium dadurch erhalten haben, daß er ein Gemisch von Thon, Kochsalz und Holzkohle in einem Tiegel einer starken, jedoch nicht bis zum Weißglühen gehenden Hitze aussetzte. Nach dem Erkalten des Tiegels fand sich in demselben eine aufgeblähte schladige Masse, in welcher viele Metallkugeln sich vorfanden, die als Aluminium erkannt wurden.

(Durch d. Verhandl. d. n. öst. Gewerb-Vereins. 1854 S. 277.)

Ueber Anlagen von Turbinen.

Die Ausführung dieser Räder in den Werkstätten der Maschinenbauer erfordert eine besondere Aufmerksamkeit, und die größte Umächt, sonst wird trotz aller Berechnungen kein guter Motor zu Wege gebracht werden.

Unbedingt falsch ist es zu behaupten, die Turbinen wären im Stande alle verticale Räder zu verdrängen, man hat sich schon überzeugt, daß selbst Fourneuron's erste Angaben mit seinen letzteren bedeutend variierten, indem er für diese Räder 80 und mehr Procen te Rußeffect angab, während in späterer Zeit sich nur 60 bis höchstens 70% herausstellten. Die neuesten Erfahrungen nämlich lehren, daß gut construirte, zweckmäßig angelegte Turbinen, wobei alles berücksichtigt wird, was zu berücksichtigen unbedingt nothwendig ist, diesen Rußeffect leisten, der oberwähnte Rußeffect zu 80% und darüber beruht auf Täuschung.

Was übrigens die Wahl zwischen verticalen Rädern oder Turbinen betrifft, so ist bei Anlagen, wo oberflächliche Räder mit Ueberfalls-Schüen bestehen, noch immer ein gutes verticales Rad der Turbine vorzuziehen, da ersteres leicht über 70% Rußeffect abgibt. Wir theilen dieses mit nach vielen in N. Oesterr. bestehenden Wasserwerken, die wir zu beobachten Gelegenheit hatten.

Turbinen sind nur in jenen Fällen anzuwenden, wo sehr hohe Gefälle, wie z. B. in der Schweiz, im südlichen Frankreich, und bei jenen Gefällen, wo mit Rückbau zu kämpfen ist. In letzteren Fällen sehr anwendbar bei Mahlmühlen, wo die horizontale Bewegung derselben unmittelbar benötigt wird, und auch bei großem von unterhalb gelegenen Werken herrührendem Rückbaue, da die Turbine in noch bedeutender Tiefe im Unterwasser waten kann, ohne ihrem Rußeffecte zu schaden.

Wer aber unter den jetzt genannten Verhältnissen sich der jetzt auf einer so hohen Stufe stehenden Turbinen nicht bedient, wird vergebens von verticalen Rädern einen besonderen Nutzen zu erwarten haben.

G. Kohn.

Mittheilungen vom Vereine.

In Folge der vom Herrn Bürgermeister der k. k. Reichs-Haupt- und Residenzstadt Wien veröffentlichten Einladung vom 27. Jan. l. J. zur freiwilligen Subscription von Beiträgen für den Ausbau der Giebel an der Nordseite der St. Stephans-Kirche eröffnete, auf die erfolgte besondere Einladung an den österr. Ingenieur-Verein, der Verwaltungsrath eine Subscription für die in Wien domicilirenden Mitglieder und glaubt, auf die thätige Betheiligung des Vereines als Körperschaft einen besondern Werth legend, auch den auswärtigen P. T. Herren Mitgliedern die Theilnahme an dieser Beitragsleistung mit dem Ersuchen in Anregung bringen zu sollen, die diesem Zwecke zu widmenden Beträge gefälligst an die Vereinskassenzelle einsenden zu wollen.

Im Auftrage des Verwaltungsrathes
die Redaction.

Inserate.

Durch **Carl Gerold & Sohn**, Stephansplatz Nr. 625, so wie durch alle anderen Buchhandlungen ist zu beziehen:

Lehrbuch der höheren Geodäsie.

Von

Dr. Ph. Fischer.

3 Theile in einem Bande. Mit 5 Figurentafeln.
Ermäßigter Preis 4 fl. C. M.

Anzeige für Architekten!

In der Allgem. Deutschen Verlagsanstalt zu Berlin erscheint und ist durch **Carl Gerold & Sohn**, Stephansplatz Nr. 625, so wie durch alle anderen Buchhandlungen zu beziehen:

Romberg's Zeitschrift für praktische Baukunst. (Jahrgang 1855.)

Zur Verbreitung gemeinnütziger Kenntnisse im Gebiete des gesammten Bauwesens; so wie der neuesten Erfindungen und Entdeckungen in der Baukunst und in den bauwissenschaftlichen Gewerben überhaupt.

Redigirt von

G. Knoblauch,

königl. Bau Rath und Mitglied der Academie der Künste und des Architekten-Vereines zu Berlin.

Abonnements-Preis für den completen Jahrgang 8 fl. Der Jahrgang umfaßt circa 40 sauber ausgeführte Tafeln und 24 Bogen Text.

Eisenbahn Brücke über den Wye-Fluss bei Chepstow.

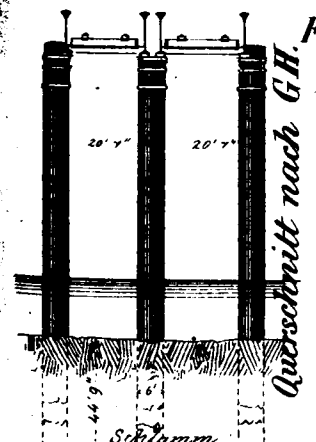


Fig. 5.

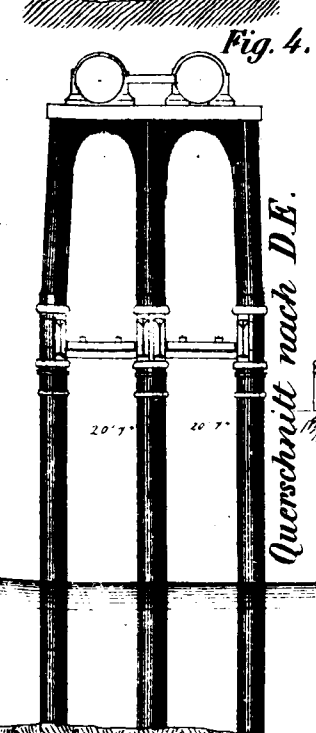


Fig. 4.

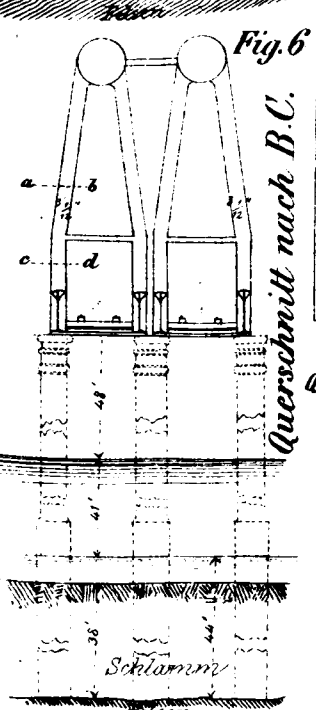


Fig. 6.



Fig. 1.

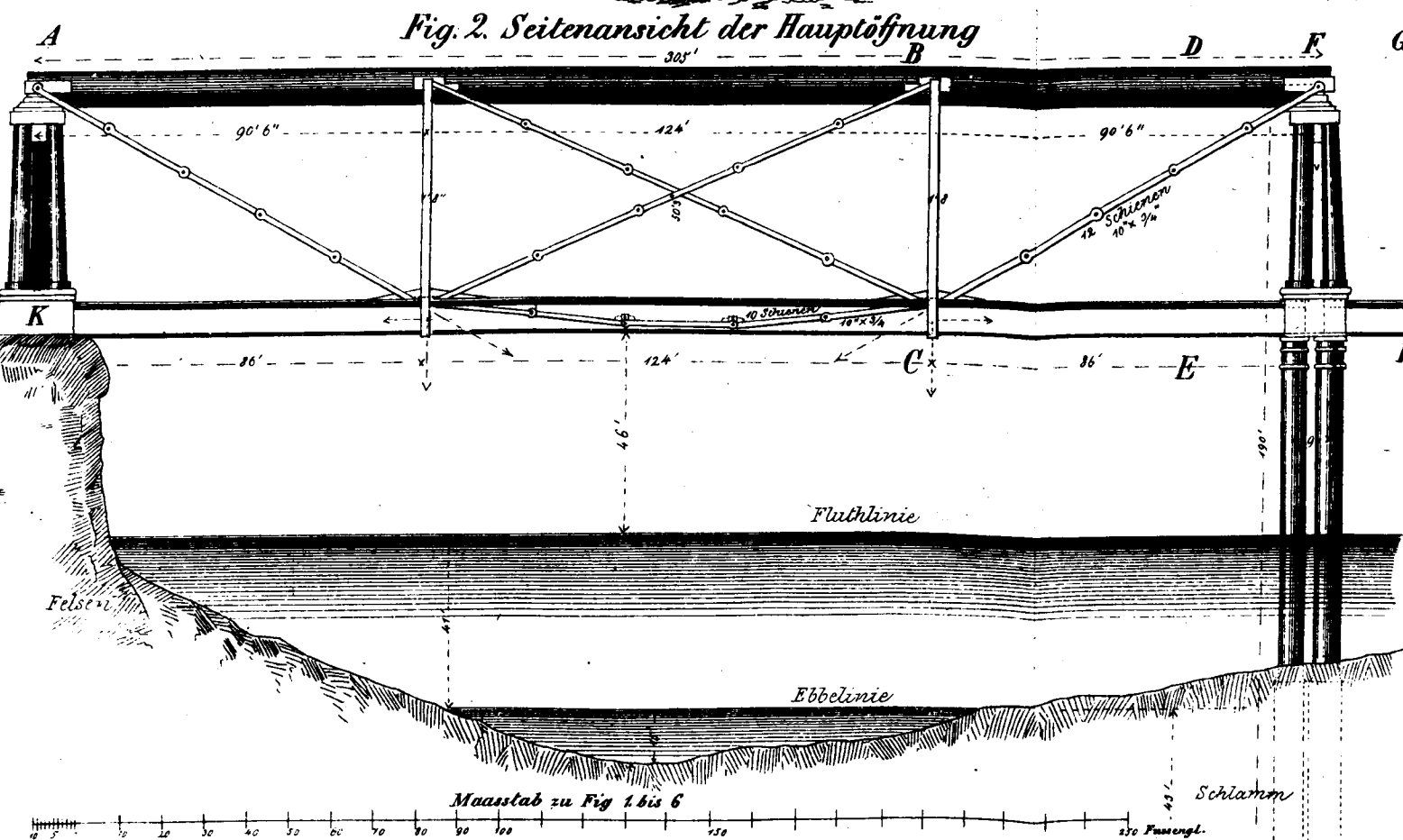


Fig. 2. Seitenansicht der Hauptöffnung



Fig. 3. Grundriss der Hauptöffnung

Querschnitt der Absteifung (Fig. 6 bei a. b.). Querschnitt der Absteifung (Fig. 6 bei c. d).

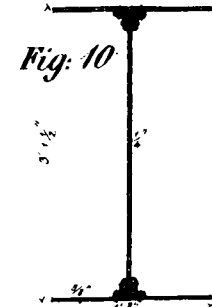


Fig. 10.

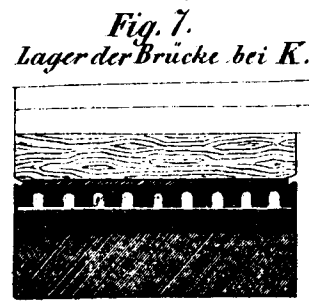


Fig. 7. Lager der Brücke bei K.

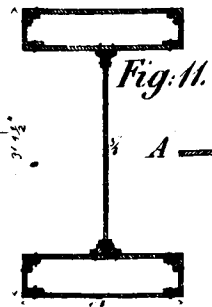


Fig. 11.

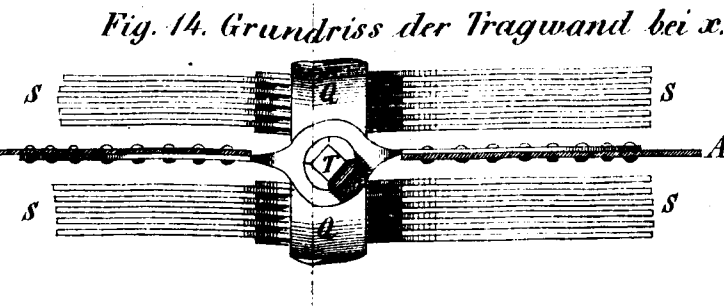


Fig. 14. Grundriss der Tragwand bei x.

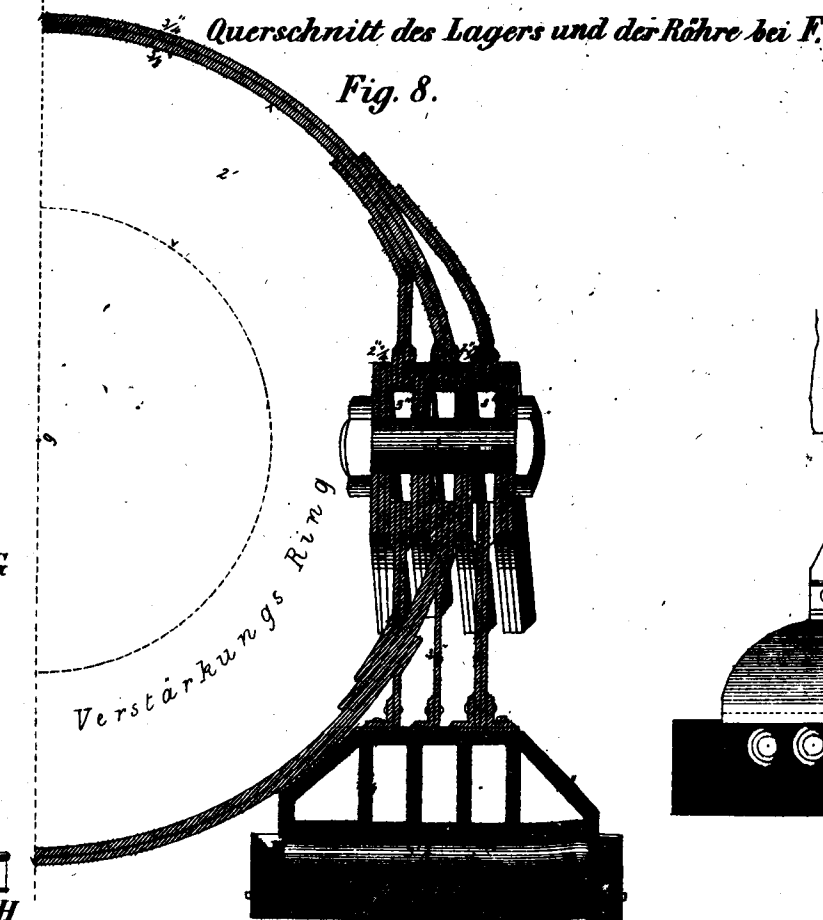


Fig. 8.

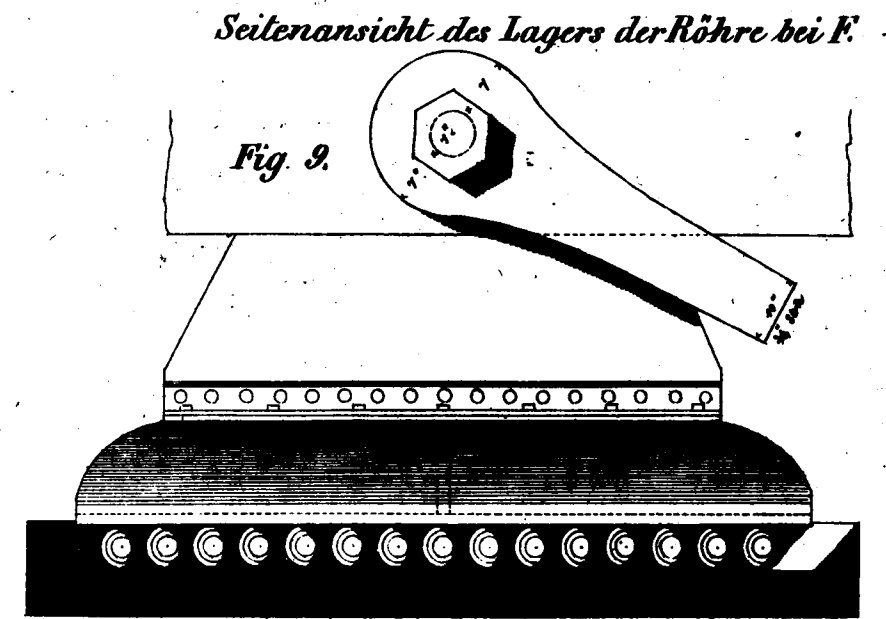


Fig. 9.

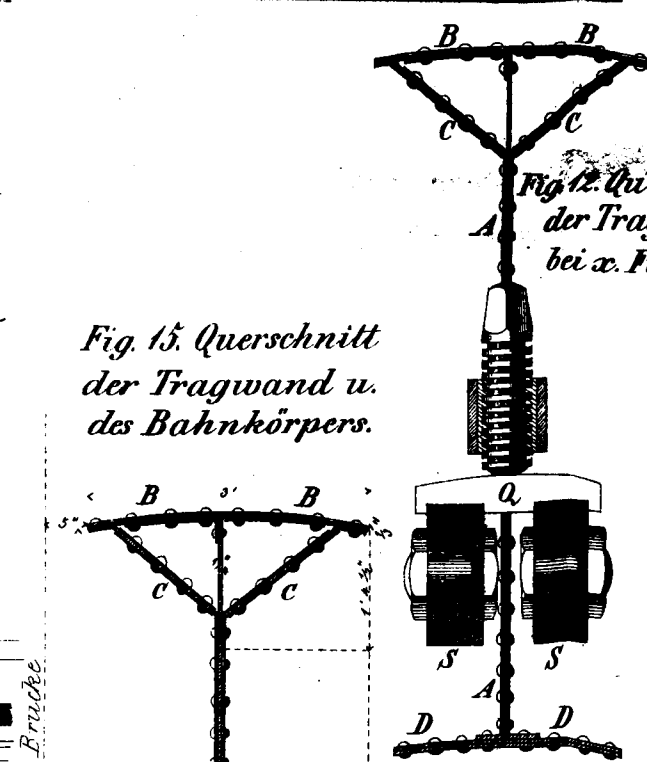


Fig. 15. Querschnitt der Tragwand u. des Bahnkörpers.

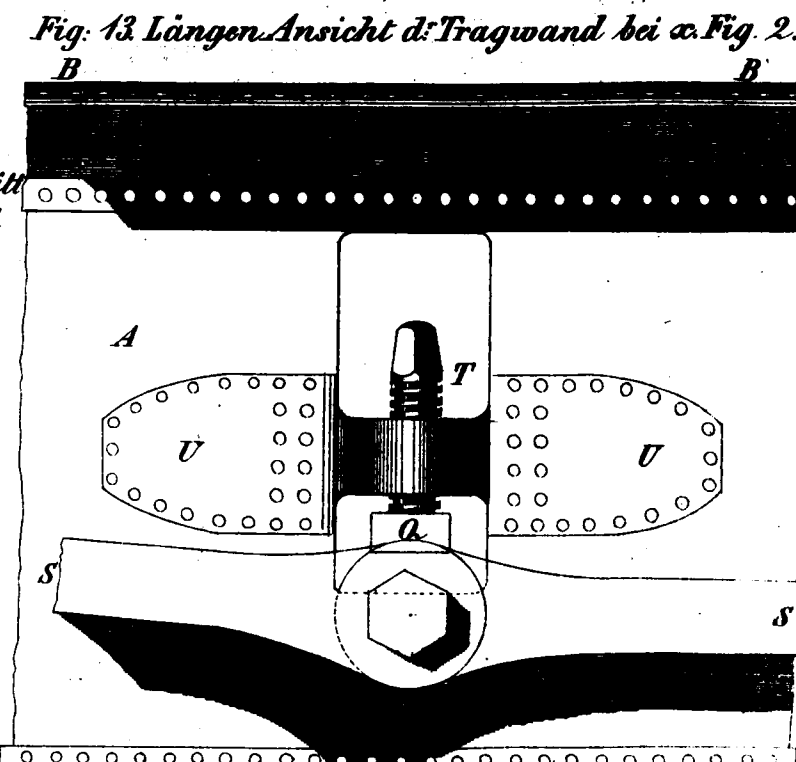


Fig. 13. Längen-Ansicht d. Tragwand bei x. Fig. 2.

Fig. 16. Grundriss d. Bahnkörpers



Fig. 15 a.

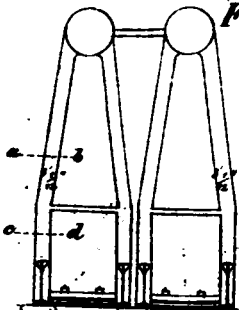


Schlamm



Fig. 6

Querschnitt nach B.C.



a
a'
d

40'

41'

Schlamm

Felsen

Bewegung des Wassers in Kanälen.

Fig. 1.

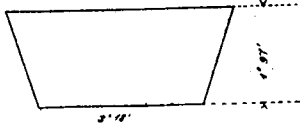


Fig. 2.

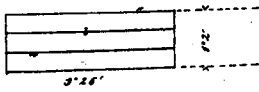


Fig. 3.

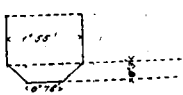


Fig. 4.

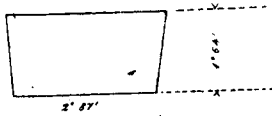


Fig. 5.

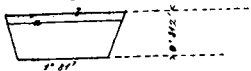


Fig. 6.

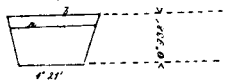


Fig. 7.

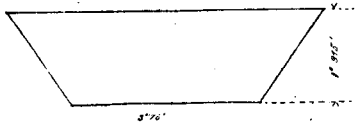


Fig. 8.

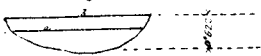


Fig. 9.

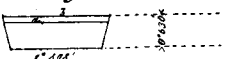


Fig. 10.

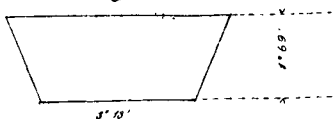


Fig. 11.

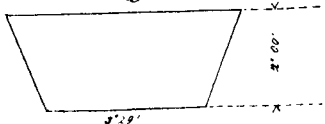


Fig. 12.

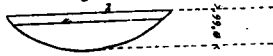


Fig. 13.

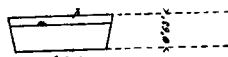


Fig. 14.

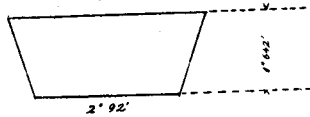


Fig. 15.

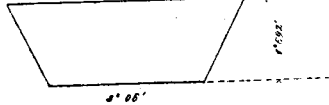


Fig. 16.

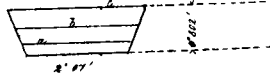


Fig. 17.

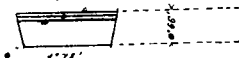


Fig. 18.

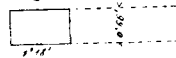


Fig. 19.

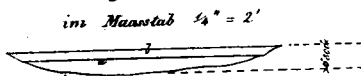


Fig. 20.

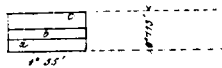


Fig. 21.

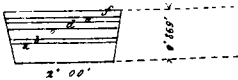


Fig. 22.

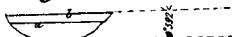


Fig. 23.

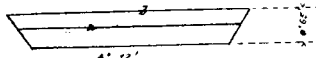


Fig. 24.

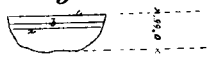


Fig. 25.

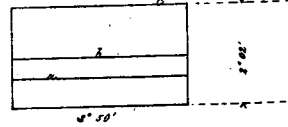


Fig. 26.

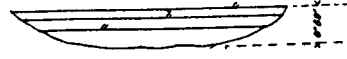


Fig. 27.

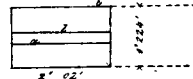


Fig. 28.

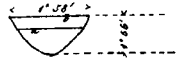


Fig. 29.

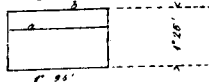


Fig. 30.

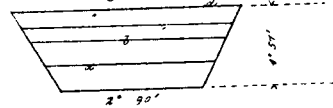


Fig. 31.



Fig. 32.

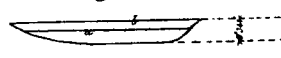


Fig. 33.

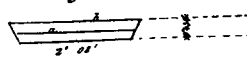


Fig. 34.

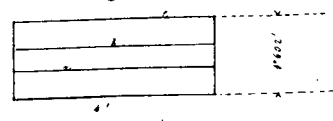


Fig. 35.

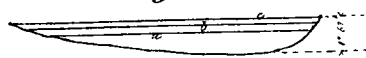


Fig. 36.

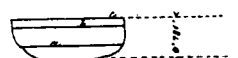


Fig. 37.

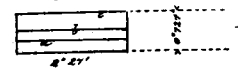


Fig. 38.

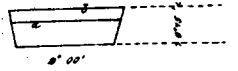


Fig. 39.



Fig. 40.

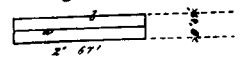


Fig. 41.

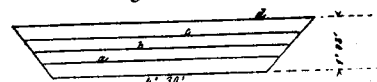


Fig. 42.

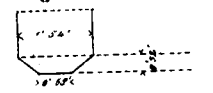


Fig. 43.

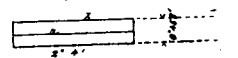


Fig. 44.

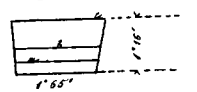


Fig. 45.

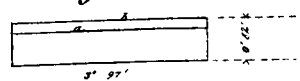


Fig. 46.

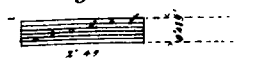


Fig. 47.

